This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

3 3433 06274713 8

PAA
ANNALEN

PAR
Annalen
der Physik
und Chemie.

ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND LXX.

ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND LXX.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

DRITTE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ZEHNTER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1847.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

ASTOR LIBRARY
NEW YORK.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

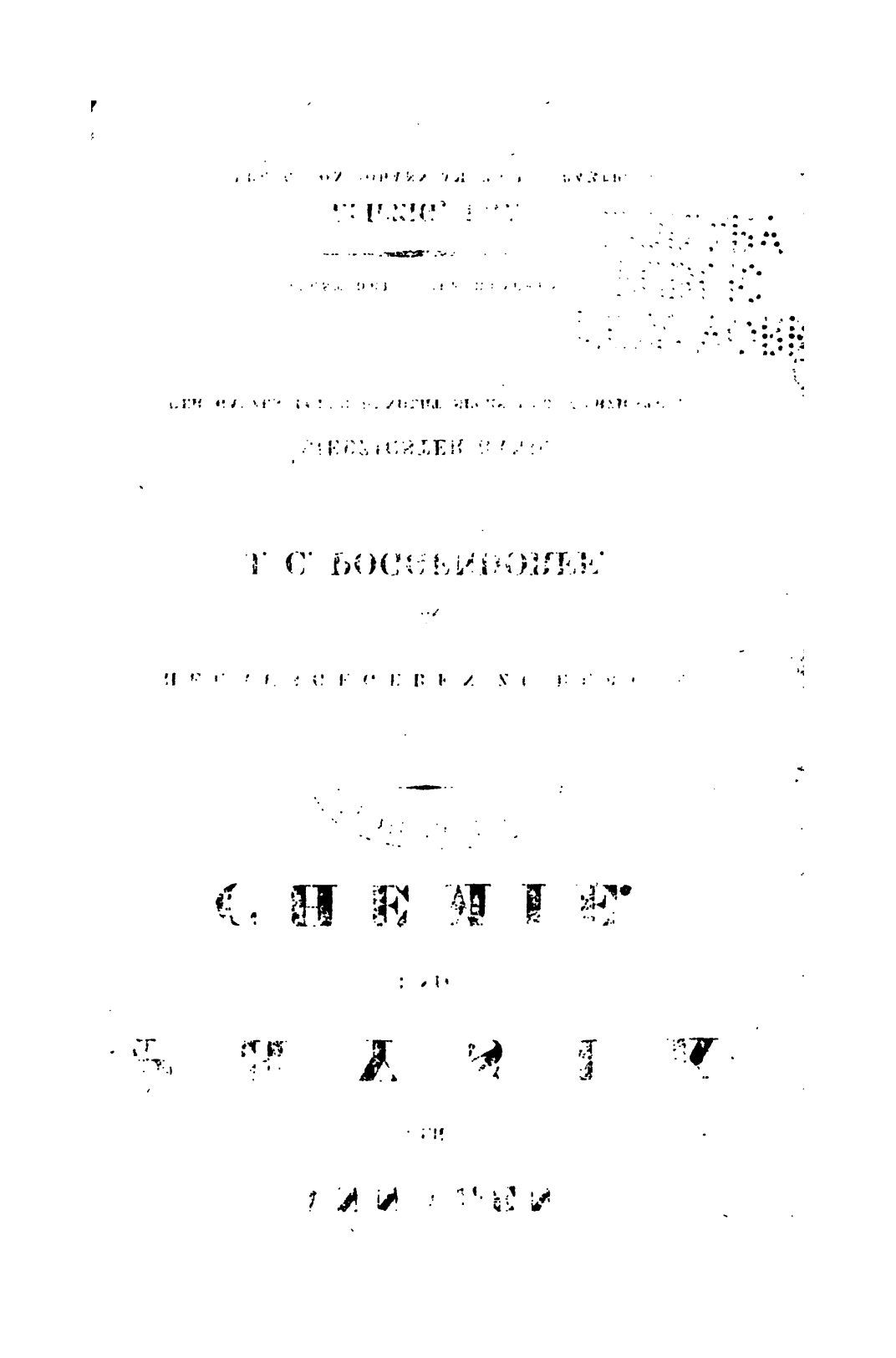
SIEBZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT SECHS UND VIERZIGSTER.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1847.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.



Inhalt

des Bandes LXX der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

I. Ueber die Vertheilung des Magnetismus im Stahlmagneten und Elektromagneten; von R. v. Rees. 1

II. Ein und zwanzigste Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von M. Faraday. 24

(Ueber neue magnetische Wirkungen und über den magnetischen Zustand aller Substanzen; Fortsetzung.)

III. Untersuchung über die elektromotorischen Kräfte der galvanischen Ströme; von J. C. Poggendorff. 60

IV. Einige Bemerkungen über Coulomb's Verfahren, die Cohäsion der Flüssigkeiten zu bestimmen; von A. Moritz. 74

V. Ein Glühphänomen bei der Volta'schen Batterie; von Tyrtov. 85

VI. Ueber die Salpeter-Schwefelsäure und deren Verhalten zum Schwefel, Selen, Phosphor und Jod; von C. F. Schoenbein. 87

VII. Ueber eine eigenthümliche Veränderung des Zuckers, durch Salpeter-Schwefelsäure bewerkstelligt; von Demselben. 100

Seite

VIII. Aus einem Briefe von M. H. Jacobi. 105

IX. Ueber die Spannungsverhältnisse beim elektrischen Nebenstrom; von K. W. Knochenhauer. 106

X. Optische Notizen, nebst Erwiderungen auf Hrn. Prof. Erman's Bemerkungen zu meinen letzten Aufsätzen; von J. Müller. . . 115

XI. Ueber die quantitative Bestimmung der Harnsäure; von W. Heintz. 122

XII. Notiz über die Salpetersäure als Reagenz auf Gallenbraun; von Demselben. 136

XIII. Ueber den relativen Werth der practisch üblichen Methoden das specifische Gewicht einer Flüssigkeit zu ermitteln, und ein neues Hydrometer; von Alexander. 137

XIV. Carbonites Pistomesites, kürzer Pistomesit, mit Rücksicht auf Mesitin; von A. Breithaupt. 148

XV. Der Hauerit, eine neue Mineralspecies; von W. Haidinger. 150

XVI. Beiträge zu magnetischen Ortsbestimmungen; von Lamont. 150

XVII. Die Wirkung der ungleichen Erwärmung auf die Richtung des Windes, und die Wärmewirkung des Mondes; von Buijs-Ballot. 154

XVIII. Ein Feuermeteor, beobachtet zu Frankfurt a. M.; von Hermann v. Meyer. 165

XIX. Ueber Veränderung der Stärke durch Salpeter-Schwefelsäure, über Auffindung der Baumwolle in Leinwand, und über Schiesbaumwolle; von G. C. Kindt. 167

XX. Zur Geschichte der Endosmose; von Parrot. 171

XXI. Ueber die Relation der Dampfdichten zu den chemischen Aequivalenten; von A Bineau. 172

XXII. Gefrieren des Wassers durch eigene Verdunstung. 174

XXIII. Berichtigungen und Zusätze zum Aufsatz von L. Frapolli. 175

Zweites Stück.

I. Ueber die galvanische Wasserzersetzung und einige verwandte Gegenstände; von J. C. Poggendorff. 177

II. Irisirendes Silber. 204

III. Untersuchung über die strahlende Wärme; von H. Knoblauch. (Erste Abhandlung.) 205

Seite

Beschreibung der Instrumente, S. 205. — I. Ueber den Durchgang der strahlenden Wärme durch diathermane Körper mit besonderer Rücksicht auf die Temperatur der Wärmequellen, S. 210. — II. Ueber die Erwärmung der Körper durch strahlende Wärme, S. 230.

IV. Ueber den elektrischen Leitungswiderstand der Flüssigkeiten; von E. N. Horsford. 238

V. Untersuchung über die elektrische Leitungsfähigkeit starrer und flüssiger Körper: von E. Becquerel. 243

VI. Ueber die Spannungsverhältnisse beim elektrischen Nebenstrom; von K. W. Knochenhauer. (Schluſs.) 255

VII. Ein neuer Ausdruck des Hauptgesetzes der Dioptrik; von F. Minding. 268

VIII. Ueber die Gleichungen für das unter der Wirkung des Magnetismus stehende Licht; von G. B. Airy. 272

IX. Ueber das Verhalten des Lichts zum Magnetismus und den Unterschied zwischen ferromagnetischen und diamagnetischen Zuständen der Materie; von M. Faraday. 283

X. Untersuchung über die latente Wärme; von C. C. Person. . . 300

XI. Gesetz für die latente Schmelzwärme; Bestimmung des absoluten Nullpunkts und der gesammten Wärme der Körper; von Demselben. 302

XII. Ueber das Verhalten des metallischen Zinks gegen Quecksilberlösung; von H. Rose. 311

XIII. Ueber das Schmelzen des Phosphors; von E. Desains. . . . 315

XIV. Ueber Schieſswolle, deren chemische Zusammensetzung und Eigenschaften, verglichen mit denen des Braconnot'schen Xyloidins; von Schoenbein und Böttger. 320

Zusatz. 323

XV. Ueber die Lichterscheinungen bei der Volta'schen Säule; von van Breda. 326

XVI. Bemerkung zum Aufsatz des Hrn. Frapolli; von B. Cotta. . . 333

XVII. Notizen. — 1) Meteorsteinfall im Mindelthal, S. 334. — 2) Durchbruch eines Soolensprudels zu Nauheim, S. 335. — 3) Kieselsäuregehalt der Vogelfedern, S. 336. — 4) Thorerdegehalt des Pyrochlors, S. 336.

Drittes Stück.

Seite

I. Untersuchung über die strahlende Wärme; von H. Knoblauch. (Zweite Abhandlung.) 337

III. Ueber das Wärmeausstrahlungsvermögen der Körper, S. 337. — IV. Vergleich der Wärme, welche von verschiedenen Körpern innerhalb gewisser Temperaturgränzen ausgestrahlt wird, S. 352.

II. Ueber die täglichen Veränderungen des Barometers in der heifsen Zone; von H. W. Dove. 372

III. Ueber das Gesetz für die latente Verdampfungswärme; von C. C. Person. 386

IV. Lösung eines Problems über das Schmelzen der Legirungen; von Demselben. 388

V. Versuch einer Erklärung der Büschel, welche das bloſse Auge im polarisirten Lichte erblickt; von J. T. Silbermann. 393

VI. Ueber eine Abänderung des Phänomens der Haidinger'schen Farbenbüschel; von Botzenhart. 399

VII. Ueber die Abänderungen des Phänomens der Haidinger'schen Farbenbüschel; von J. T. Silbermann. 401

VIII. Ueber die Farbenringe beim Durchsehen durch farbige Flüssigkeiten; von A. Löwe. 403

IX. Nachtrag zu meiner Bestimmung des Atomgewichts der Talkerde; von Th. Scheerer. 407

X. Fortsetzung der Untersuchungen über das Auftreten des basischen Wassers im Mineralreich; von Demselben. 411

XI. Chemische Untersuchung einiger Silicate, die Kohlensäure, Chlor und Schwefelsäure enthalten; von Whitney. 431

XII. Ueber die Zersetzung des Wassers durch bloſse Hitze; von W. R. Grove. 447

XIII. Ueber die Untersuchung der Asche organischer Substanzen; von H. Rose. 449

XIV. Ueber das Kreatin im Harn; von W. Heintz. 466

Viertes Stück.

Seite

I. Untersuchung über die Cohäsion der Flüssigkeiten, von C. Brunner, Sohn. 481

II. Neues Hygrometer; von V. Regnault. 530

III. Ueber den Pleochroismus des Amethysts; von W. Haidinger. 531

IV. Diamant in Nordcarolina; von C. U. Shepard. 544

V. Ueber die chemische Constitution der Augite, Amphibole und verwandten Mineralien; von Th. Scheerer. 545

VI. Beschreibung des Diphanits, eines neuen Minerals aus den Smaragdgruben des Urals unweit Katherinenburg; von N. Nordenskiöld. 554

VII. Die Steinsalzablagerung bei Stafsfurth und über das Vorkommen des Boracits als Gebirgsart im dortigen Steinsalzgebirge; von C. J. B. Karsten. 557

VIII. Pseudomorphe Bildungen; von Sillem. 565

IX. Ueber die Säure im Columbit von Nordamerika; von H. Rose. 572

X. Ueber das Schillern der Krystallflächen; von W. Haidinger. 574

XI. Neue Quecksilberwanne; von Louyet. 577

XII. Das Reflexions-Anemometer und sein Gebrauch; von G. Aimé. 578

XIII. Gefrieren des Quecksilbers innerhalb drei Secunden in einem glühenden Tiegel; von M. Faraday. 580

Nachweis zu den Kupfertafeln.

Taf. I. — Van Rees, Fig. 1, S. 9; Fig. 2, S. 10. — Knochenhauer, Fig. 3, S. 106. — Jacobi, Fig. 4, S. 105. — H. v. Meyer, Fig. 5, S. 166. — Alexander, Fig. 6 *a* und *b*, S. 140. — Faraday, Fig. 7, S. 284; Fig. 8, S. 285; Fig. 9, S. 293. — Knochenhauer, Fig. 10 und 11 gehören zu einem im nächsten Bande erscheinenden Aufsatz. — Poggendorff, Fig. 12, S. 183.

Taf. II. — Minding, Fig. 1, S. 269. — Haidinger, Fig. 2, S. 532; Fig. 3, S. 532; Fig. 4, S. 533; Fig. 5, S. 534; Fig. 6, S. 536; Fig. 7, S. 542. — Regnault, Fig. 8, S. 530. — Grove, Fig. 9, S. 448. — Shepard, Fig. 10, S. 544.

Taf. III. — Brunner, Fig. 1, S. 503; Fig. 2, S. 503; Fig. 3, S. 504. — Sillem, Fig. 4, S. 571. — Louyet, Fig. 5, S. 577.

1847. ANNALEN No. 1.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXX.

I. *Ueber die Vertheilung des Magnetismus in Stahlmagneten und Elektromagneten;*

von R. van Rees in Utrecht.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. in Uebersetzung aus den Denkschriften des niederländ. Instituts, Bd. 12.)

1) Trotz aller Fortschritte, welche die Lehre vom Magnetismus in den letzteren Jahren gemacht hat, giebt es noch viele dunkle Punkte, welche durchaus eine nähere Untersuchung erheischen. Zu diesen gehört vor allen Dingen der innere Zustand eines Magneten, die Art und Weise, auf welche die magnetischen Fluida, deren Existenz man bei der Erklärung der an ihm beobachteten Erscheinungen annimmt, in demselben vertheilt sind. Wenn man blofs die äufseren Erscheinungen eines Magneten befragt, scheinen die beiden Fluida sich in den beiden Hälften des Magneten von einander getrennt zu haben, so dafs das Nordfluidum in der einen, das Südfluidum in der anderen Hälfte angehäuft ist. In der Mitte scheint der Magnet keine Thätigkeit zu besitzen; wenn man nach dem einen Ende fortschreitet, nehmen die anziehenden und abstofsenden Kräfte stetig zu, und in der Nähe des Endes erreichen sie ihr Maximum. Die andere Hälfte des Magnets zeigt die nämlichen Erscheinungen, nur verhalten sich die Wirkungen der Anziehung und Abstofsung umgekehrt. Demnach scheinen die beiden Bestandtheile des neutralen magnetischen Fluidums aus einander gewichen, und vorzugsweise an den Enden des Magnets, in den sogenannten Polen, angehäuft zu seyn.

2) Coulomb hat schon vor langer Zeit durch einen einfachen Versuch diese Vorstellung widerlegt. Er zerbrach eine Magnetnadel in der Mitte, und fand, dafs die abge-

brochenen Enden, welche vorher, als sie noch mit einander verbunden waren, keinen Magnetismus zeigten, jetzt eben so magnetisch waren, wie die früheren; dafs jede Hälfte einen vollständigen, mit einem Nord- und Südpol versehenen Magnet bildete. Er mochte die Nadel an noch so vielen Stellen durchbrechen, stets fand er die Enden eines jeden Theils mit entgegengesetzter Polarität versehen. Er folgerte hieraus ganz richtig, dafs die Trennung der beiden Fluida nicht in der ganzen Masse des Magnets, sondern in seinen kleinsten Theilchen stattfindet, so dafs sie nur bis in verschwindend kleine Entfernungen auseinandergetrieben werden.

3) Es ist also nicht nur ein jedes Stahl- oder Eisentheilchen eines Magnets für sich polar-magnetisch, so dafs gleiche Quantitäten des getrennten Nord- und Südfluidums in demselben enthalten sind, sondern man kann auch aufserdem leicht zeigen, dafs die in der Mitte des Stabes liegenden Theilchen am kräftigsten, die an den Enden am schwächsten magnetisch seyn müssen. Man weifs ja, dafs unter mehren in gerader Linie an einander gelegten Eisenstäben, die zu gleicher Zeit magnetisirt werden, die mittleren Stäbe am kräftigsten magnetisch werden. Schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde diese Methode von Michell, Knight und anderen Physikern angewandt, um Stahlstäben einen kräftigeren Magnetismus zu ertheilen, als man ihnen geben könnte, wenn jeder Stab einzeln gestrichen würde. Es ist gleichfalls bekannt, dafs, wenn ein bereits magnetisirter Stab mit den ungleichnamigen Polen zwischen zwei andere Magnetstäbe gelegt wird, jener dadurch kräftiger wird. Dieſs alles ist eine nothwendige Folge des Einflusses, welchen die seitlichen Stäbe nach den bekannten Gesetzen der magnetischen Anziehung und Abstofsung auf den mittleren Stab ausüben, und aus welchem sich der Nutzen der Bewaffnung der Magnete erklärt. Allein das Nämliche, was hier von den Magneten gesagt ist, gilt auch für jede Reihe von Theilchen, die man sich in dem Magnete parallel zu seiner Axe denken kann. Sobald diese

durch den Strich, oder auch durch die Einwirkung des galvanischen Stroms, magnetisch geworden sind, werden sie, da ihre ungleichnamigen Pole einander gegenüberstehen, durch ihren wechselseitigen Einfluſs einander kräftigen, und diese Kräftigung wird für die mittleren Theilchen, welche am günstigsten liegen, damit die übrigen alle auf sie einwirken, am gröſsten seyn, während die magnetische Kraft der an den Enden liegenden Theilchen, die von der einen Seite keinen oder nur einen geringen Einfluſs erfahren, weniger zunehmen wird.

4) Die innere Vertheilung der magnetischen Fluida im Magnete ist also durchaus verschieden von der, welche die Erscheinungen der Anziehung und Abstoſsung anzudeuten scheinen. Hiedurch entsteht die Frage, welches Verhältniſs obwalte zwischen der wahren und der scheinbaren Vertheilung des Magnetismus, und auf welche Weise man, wenn die eine durch die Theorie oder den Versuch bekannt ist, die andere daraus ableiten könne.

Bisher ist diese Frage noch nicht vollständig gelöst worden. Die Mathematiker und Physiker, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, haben nur im Allgemeinen gezeigt, daſs durch den Gegensatz der Nord- und Südpole der auf einander folgenden Magnettheilchen die Wirkung eines jeden Pols durch die eines angränzenden geschwächt und zum gröſsten Theile aufgehoben wird, woraus folgt, daſs die Wirkung, welche die entgegengesetzten Pole zweier einander zunächst liegender Theilchen zusammen äuſsern, nicht der Summe, sondern der Differenz der Quantitäten des in den Polen angehäuften magnetischen Fluidums proportional ist, und diese Differenz ist in der Mitte des Stabes geringer, während sie nach den Polen hin zunimmt [1]). Allein durch diese oberflächliche Betrachtung ist keine genaue Bestimmung der Wirkung nach aufsen gegeben, die aus der inneren Vertheilung des Magnetismus abgeleitet wäre.

Es scheint mir indeſs eine directe und vollständige Lö-

1) Man vergleiche unter Anderen Lamé, *Cours de physique*, No. 148.

sung des vorliegenden Problems auf einfache Weise möglich, und ich erlaube mir eine solche Lösung hier dem Urtheile der Physiker zu unterwerfen.

5) Ich betrachte zu dem Ende eine Reihe in gerader Linie liegender Magnettheilchen, die alle gleich sind und in gleichen Entfernungen von einander liegen. Die Stärke des Magnetismus in jedem Theilchen bleibt durchaus willkührlich; ich setze nur voraus, dafs die magnetischen Axen aller Theilchen die nämliche Richtung haben, nämlich die der geraden Linie, welche durch die Mittelpunkte der Theilchen hindurchgeht.

Wegen der unmefsbaren Entfernung eines jeden Theilchens ist die Wirkung, welche es auf jede mefsbare Entfernung nach aufsen ausübt, sowohl von dessen Form, wie von der Vertheilung der magnetischen Fluida unabhängig, und sie wird durchaus allein bedingt durch dessen magnetisches Moment. Aus diesem allgemein bekannten Satze, dessen Beweis ich, wie ich glaube, hier übergehen darf, ergiebt sich unmittelbar, dafs es erlaubt ist, sich die Sache so zu denken, als wenn die getrennten Fluida an zwei Punkten oder Polen vereinigt wären, die in der Richtung der Axe in gleicher Entfernung von der Mitte des Theilchens lägen. Bei dieser Vorstellungsweise ist das magnetische Moment gleich dem Producte aus der Entfernung jener Pole in die Quantität des in jedem Pole enthaltenen Fluidums. Die Stellen der Pole sind willkührlich; sie können in der Nähe der Mitte, oder an den Enden des Theilchens, oder selbst aufserhalb desselben angenommen werden, nur müssen sie in unmefsbar kleinen Entfernungen von der Mitte liegen. Die Wirkung nach aufsen in jeder mefsbaren Entfernung bleibt dabei die nämliche, wenn nur das magnetische Moment unverändert bleibt, wozu erforderlich ist, dafs die Menge des Fluidums, die man sich in jedem Pole angehäuft denkt, gleich sey dem Quotienten aus der zwischen den Polen angenommenen Entfernung dividirt in das magnetische Moment des Theilchens. Wir werden also durch nichts daran gehindert, die Pole eines

jeden Theilchens in die Mitte der leeren Räume zu verlegen, welche dieses Theilchen von den nächstliegenden trennen. Hiedurch wird aber die Bestimmung der durch die magnetischen Fluida ausgeübten Wirkung viel einfacher. Es fallen ja dadurch die entgegengesetzten Pole je zwei einander zunächst liegender Theilchen und damit die in denselben enthaltenen magnetischen Fluida zusammen, so dafs diese sich ganz oder zum Theil neutralisiren, und ihre Differenz allein als frei nach aufsen wirkendes Fluidum zu betrachten bleibt.

6) Gesetzt v sey das magnetische Moment eines Theilchens in der Entfernung x von der Mitte; $v+\Delta v$ das magnetische Moment des folgenden Theilchens, das in der Entfernung $x+\Delta x$ liegt, also Δx die Entfernung der Mittelpunkte zweier einander zunächstliegender Theilchen, also auch die der Pole eines und desselben Theilchens. Wenn wir diese Entfernung in die magnetischen Momente v und $v+\Delta v$ dividiren, erhalten wir $\frac{v}{\Delta x}$ und $\frac{v+\Delta v}{\Delta x}$ als Ausdrücke für die Quantitäten des Fluidums, welche in den Polen des ersten und in denen des zweiten Theilchens angenommen werden müssen. Nehmen wir zur näheren Bestimmung an, dafs man nach der Seite fortschreite, nach welcher die Nordpole der Theilchen gerichtet sind, und betrachten wir das Nordfluidum als positiv, das Südfluidum als negativ, dann wird in dem gemeinschaftlichen Pole zwischen den zwei Theilchen eine Quantität des Nordfluidums $= \frac{v}{\Delta x}$ und eine Quantität des Südfluidums $= -\frac{v+\Delta v}{\Delta x}$ vorhanden seyn. Die algebraische Summe $-\frac{\Delta v}{\Delta x}$ jener beiden Quantitäten drückt also das freie Fluidum aus, welches in jenem Punkte übrig bleibt, und welches allein die Wirkung nach aufsen erzeugt. Es wird nördlich seyn, wenn Δv negativ ist, oder das magnetische Moment nach den Enden hin abnimmt, südlich hingegen im entgegengesetzten Falle.

7) Die Differenzen Δx und Δv können wegen der unmefsbaren Kleinheit der Theilchen als unendlich kleine Gröfsen behandelt werden. Wenn man also mit u die Menge des freien Magnetismus, der in der Mitte zwischen zwei Theilchen in der Entfernung x von der Mitte der Reihe zugegen ist, bezeichnet, dann ist:

$$u = -\frac{dv}{dx},$$

d. h. die Quantität des freien Magnetismus ist der Differentialquotient des magnetischen Momentes als Function der Coordinate x betrachtet.

8) Bisher war nur von *einer* Reihe von Magnettheilchen die Rede; dieselbe Betrachtung läfst sich aber unmittelbar auf jeden Magnet anwenden, dessen Theilchen alle parallel der Längenrichtung magnetisirt sind, indem man sich diesen als aus unendlich vielen solchen Reihen zusammengesetzt denken kann. Wenn in allen diesen Reihen das magnetische Moment der Theile in gleicher Entfernung von der Mitte gleich grofs wäre, dann würde die in jedem auf die Axe des Magnets senkrechten Durchschnitte enthaltene Menge freien Fluidums dem so eben bestimmten Werthe von u und der Oberfläche des Durchschnitts proportional seyn. Das ist aber nicht der Fall. Die Beobachtung lehrt, dafs der Magnetismus der in der Nähe der Oberfläche des Magnets liegenden Theilchen gröfser ist, als der der inneren Theilchen, was eine Erläuterung findet in der Analogie mit Bündeln von Stäben, die zuerst nach einander bis zur Sättigung magnetisirt, sodann mit den gleichnamigen Polen aufeinandergelegt sind, und hierdurch geschwächt werden, so aber, dafs die Schwächung der mittleren Stäbe viel gröfser ist, als die der äufsersten. Mag nun aber die Aenderung, welche der seitliche Einflufs der Reihen auf einander in deren magnetischem Zustande erzeugt, seyn wie sie will, immer wird für jede Reihe der Gleichung $u = -\frac{dv}{dx}$ gültig bleiben. Denkt man sich nun in dem Magnete eine unendlich dünne Scheibe durch zwei

auf die Axe desselben senkrechte Ebenen begränzt, und bezeichnet man mit Σ die Summe der nämlichen Werthe für die Ausdehnung dieser Scheibe, dann ergiebt sich aus jener Gleichung unmittelbar:

$$\Sigma u = -\Sigma \frac{dv}{dx},$$

oder aber, weil die Zeichen Σ und d von einander unabhängig sind:

$$\Sigma u = \frac{d\Sigma v}{dx}.$$

9) Gesetzt die Dicke des Scheibchens sey dx. Wenn wir mit y und z das magnetische Moment und den freien Magnetismus einer Scheibe bezeichnen, deren Dicke der Längeneinheit gleich, und welche überall gleich stark magnetisch ist, wie das Scheibchen δx, so erhellt, dafs

$$\Sigma u = y\delta x \ , \ \Sigma v = z\delta x$$

ist, und die obige Gleichung wird verändert in:

$$y = \frac{dz}{dx},$$

woraus sich ergiebt, dafs das Verhältnifs zwischen dem magnetischen Moment und dem freien Magnetismus in einem Stabe das Nämliche ist, wie in einer einfachen Reihe von Magnettheilchen.

10) Die gefundene Gleichung ist für die ganze Länge des Stabs gültig. Nur für die äufsersten Endflächen haben wir noch eine Eigenthümlichkeit zu erwähnen. Die nach aufsen liegenden Pole der äufsersten Magnettheilchen einer jeden Reihe fallen nämlich nicht mit den Polen irgend eines anderen Theilchens zusammen. Die Menge des Magnetismus jener Pole wird also durchaus nicht neutralisirt, sondern sie wirkt mit ihrer vollen Kraft als freies Fluidum nach aufsen. Hieraus ergiebt sich, dafs man an den Endflächen des Magnets eine Menge freien Fluidums annehmen mufs, die nicht in dem allgemeinen Ausdrucke $y = -\frac{dz}{dx}$ enthalten ist, und dazu beiträgt, den Magnetismus der Enden zu verstärken.

11) Wir werden nun die Folgerungen erörtern, die sich

aus dem Obigen rücksichtlich der Vertheilung des freien Magnetismus in Magneten ableiten lassen, und dabei von der Art und Weise der Vertheilung ausgehen, die sich der Erfahrung zufolge bei allen gut magnetisirten Stäben findet.

Bei diesen nimmt das magnetische Moment z der Theilchen von der Mitte nach den Enden zu ab. Das Maximum von z fällt also in die Mitte, mithin ist dort $\frac{dz}{dx}$ und zugleich der freie Magnetismus $y=0$; wenn man von dort aus nach dem Nordpole des Stabs fortschreitet, ist dx positiv, dz negativ, folglich y positiv, der freie Magnetismus nördlich. In der Nähe des Maximums sind die Aenderungen von dz am kleinsten. Der freie Magnetismus wird also in der Nähe der Mitte schwach seyn, gegen die Enden hin aber zunehmen. Wenn man auf der anderen Hälfte des Stabs von der Mitte gegen das Ende fortschreitet, sind dx und dz beide negativ, daher auch y negativ, wodurch angedeutet wird, dafs der freie Magnetismus in dieser Hälfte südlich ist. — An den beiden Endflächen findet sich, wie so eben bemerkt wurde, eine Quantität freien Fluidums, die gleichnamig ist mit der durch die Endfläche begränzten Hälfte.

12) Betrachten wir zweitens einen Magnet, in welchem für jede Reihe von Theilchen das magnetische Moment z gleich grofs ist. In dieser Hypothese wird $y=0$. Das Nord- und das Südfluidum neutralisiren einander also hier vollkommen in der ganzen Länge des Stabs und wirken nicht nach aufsen; nur der freie Magnetismus der Endflächen bleibt übrig. Mit anderen Worten, der Magnet wird dieselbe Wirkung nach aufsen zeigen, wie wenn seine Endflächen allein magnetisch wären, und zwar die eine mit Nordfluidum, die andere mit Südfluidum geschwängert. Die Pole des Magnets werden also auch gerade in diese Endflächen fallen. Man weifs, dafs diefs bei gewöhnlichen Magneten nicht stattfindet, dafs bei diesen die Pole stets mehr nach innen liegen. Dagegen ist die Wirkung einer elektromagnetischen Spirale oder eines magnetischen Solenoids, im Einklange mit der Ampèr'schen Theorie, gerade so wie

sie bei einem Magnete seyn würde, dessen Theilchen alle ein gleich starkes magnetisches Moment besäfsen.

13) Man kann endlich fragen, wie der freie Magnetismus in einem Magnet vertheilt seyn werde, in welchem das magnetische Moment der Theilchen in der Mitte am schwächsten ist, und gegen die Enden hin fortwährend zunimmt. Aus denselben Principien läfst sich leicht deduciren, dafs hier der freie Magnetismus in der Mitte des Magnets wieder $= 0$ seyn, und von dort gegen die Enden zunehmen wird. In der Hälfte des Magnets, welcher die Nordpole der Theilchen zugewendet sind, wird das freie Fluidum südlich seyn bis an die äufserste Gränzfläche, welche sich nordpolarisch zeigen wird. Dagegen wird sich in der anderen Hälfte des Magnets freies Nordfluidum finden, während die Gränzfläche auf dieser Seite südpolarisch seyn wird. Da man noch bei keinem Magnet eine so sonderbare Vertheilung des freien Magnetismus beobachtet hat, scheint man folgern zu dürfen, dafs das magnetische Moment der Theilchen eines Magnets niemals von der Mitte nach den Enden stetig zunehmen könne.

14) Dahingegen kann es geschehen, dafs durch einen unzweckmäfsigen Strich oder andere zufällige Einflüsse, namentlich bei sehr langen Stäben, die Vertheilung des Magnetismus in einer gewissen Hinsicht von der gewöhnlichen Art und Weise abweicht, so dafs das magnetische Moment der Theilchen zwar an den Enden schwächer ist, als weiter nach innen, aber das Maximum nicht in der Mitte liegt, sondern hier im schwächeren Magnetismus zugegen ist, als in gewissen Entfernungen von der Mitte, während dennoch die Richtung der Polarität in allen Theilchen die nämliche ist. Was sich daraus hinsichtlich der Wirkung des Magnets nach aufsen ergeben wird, läfst sich leicht verfolgen. AB (Fig. 1, Taf. I) sey eine Reihe von Magnettheilchen, und $CDEFG$ die krumme Linie, deren Ordinate in jedem Punkte der Axe AB dem magnetischen Moment z des in diesem Punkte liegenden Theilchens proportional ist. Seyen weiter die Nordpole der Theilchen nach A, die Südpole

nach B gerichtet, so ergiebt sich bald, dafs in den Punkten HMK, wo Maxima oder Minima von s zugegen sind, der freie Magnetismus $=0$ ist; dafs das freie Fluidum von H nach A zunehmen und nördlich, von K nach B zunehmen, aber südlich seyn wird, während sich zwischen H und M südliches, und zwischen M und K nördliches freies Fluidum finden wird, deren Maxima gefunden werden in den Füfsen B und S der auf die Axe aus den Inflectionspunkten P und Q, die nothwendig in den Theilen DE und EF der Intensitätscurve enthalten sind, gezogenen Ordinaten. Die Curve $THVMWKZ$ (Fig. 2, Taf. I), welche auf gleiche Weise die Intensität des freien Magnetismus versinnlicht, wird also die Axe AB in drei Punkten schneiden.

Hieraus ergiebt sich, dafs die Entstehung consequenter Punkte nicht immer, wie in der Regel angenommen wird, die Folge einer Umkehrung der Polarität der Theilchen in in irgend einem Theile des Stabs ist; sie bilden sich auch, sobald das magnetische Moment der Theilchen von der Mitte nach den Enden zu nicht stetig abnimmt.

15) Die theoretischen Betrachtungen, welche ich bisher mitgetheilt habe, finden nicht allein auf Stahlmagnete Anwendung. Sie lassen sich eben so gut auf weiche Eisenstäbe anwenden, mögen diese nun durch den Einfluſs benachbarter Stahlmagnete, oder durch den galvanischen Strom in einen vorübergehenden magnetischen Zustand versetzt seyn. Wir wollen hier die Elektromagnete näher betrachten, die ihrer ganzen Länge nach mit einer galvanischen Drahtwindung umgeben sind. So lange diese durch die fortwährende Wirkung des galvanischen Stroms in dem magnetischen Zustande erhalten werden, mufs der gegenseitige Einfluſs der magnetischen Eisentheilchen der nämliche seyn wie für die Stahltheilchen eines gewöhnlichen Magnets, und es mufs hier die nämliche Wirkung erfolgen, nämlich eine Kräftigung des magnetischen Moments der Theilchen nach der Mitte des Stabes hin. Wenn man Stahlstäbe durch den Strich magnetisirt, wird die magnetisirende Kraft nach einander über die ganze Länge des Stabes an-

gewendet; der hierdurch veränderte Zustand des Stabes ist ein dauernder in Folge der sogenannten Coërcitivkraft, welche die Wiedervereinigung der getrennten Magnetismen hindert. Wenn Stäbe von weichem Eisen durch einen galvanischen Strom magnetisirt werden, der durch eine Spirale geleitet wird, welche den Stab gleichmäfsig umgiebt, dann ist die magnetisirende Kraft auch überall dieselbe, indem hier der fortdauernde Strom die Wirkung der dem weichen Eisen abgehenden Coërcitivkraft ersetzt. Wenn die Theilchen des Stabes von Stahl oder Eisen ursprünglich gleich stark magnetisirt sind, wird die nachfolgende gegenseitige Einwirkung der Theilchen auf einander, in beiden Fällen eine gleichartige Veränderung in der Vertheilung des Magnetismus erzeugen; man darf also erwarten, dafs das Gesetz, nach welchem das magnetische Moment der Theilchen gegen die Mitte hin verstärkt wird, für Stäbe von Stahl und weichem Eisen gleich seyn werde.

16) Ich gehe jetzt dazu über, die vorgetragene Theorie über den Zusammenhang zwischen der wahren und der scheinbaren Vertheilung des Magnetismus in Magneten mit den vorhandenen Beobachtungen zu vergleichen.

Die genauesten Versuche, welche wir über die Stärke des freien Magnetismus in jedem Punkte eines Magnets besitzen, sind noch immer die von Coulomb, welche sich in den *Mémoirs de l'académie de Paris pour* 1789, *p.* 468, finden. Er wendete bis zur Sättigung magnetisirte Stahldrähte an, befestigte sie in einer verticalen Stellung, und zählte die Schwingungen einer kleinen, an einem seidenen Faden hängenden Nadel, die immer in derselben Entfernung, aber in verschiedener Höhe, vor dieselben gebracht worden war. Aus der Anzahl der Schwingungen, welche die Nadel unter dem Einflufs des magnetisirten Drahtes machte, im Vergleich zu der, welche unter der alleinigen Einwirkung des Erdmagnetismus von der Nadel gemacht wurde, lernte er die Stärke des freien Magnetismus in jedem Punkte des Drahtes kennen. Biot zeigte später [1]), dafs die von

1) Biot, *Traité de physique*, *Tom. III*, *p.* 70.

Coulomb beobachteten Intensitäten des freien Magnetismus in jedem Punkte des Magnets mit Hülfe einer algebraischen Formel ausgedrückt werden können, als Function der Entfernung des Punktes von einem der Enden. Nennt man y die Intensität des freien Magnetismus in der Entfernung x vom freien Ende des Magnets, $2l$ die Länge der Nadel, dann ist, nach Biot:

$$y = A(\mu^x - \mu^{2l-x}),$$

in welcher Gleichung A und μ zwei constante Gröfsen sind, welche man durch die Beobachtung bestimmen mufs. Später von Becquerel mit sehr dünnen Stahldrähten angestellte Versuche sind mit diesem Gesetze im Einklang [1]).

17) Anstatt das Ende des Magnets als den Ursprung der Abscissen x zu nehmen, ist es wegen der Symmetrie der Formel vorzuziehen, den Ursprung in die Mitte des Stabs zu verlegen. Man braucht dazu nur x in $l-x$ zu verändern, wodurch die Gleichung Biot's in

$$y = -A\mu^l(\mu^x - \mu^{-x})$$

übergeht.

Wenn wir diese Gleichung als den richtigen Ausdruck für die Vertheilung des freien Magnetismus in gut gestrichenen Magneten betrachten, setzt uns die oben vorgetragene Theorie in den Stand, daraus das Gesetz der Intensität des magnetischen Moments der Theilchen in jeder Entfernung von der Mitte, und also die wahre Vertheilung des Magnetismus abzuleiten. Wir haben ja nach jener Theorie zwischen dem freien Magnetismus y und dem magnetischen Momente z in derselben Entfernung x von der Mitte die Gleichung:

$$y = -\frac{dz}{dx},$$

woraus man durch Integriren

$$z = -\int y\,dx$$

erhält.

Substituirt man hier für y dessen Werth nach Biot, so findet man, indem man die Constante $\frac{A\mu^l}{lg\,\mu}$ durch

1) *Annales de chim. et de phys. T.* 22, *p.* 113.

$-b$ ersetzt, und die Constante der Integrirung durch a bezeichnet:

$$z = a - b(\mu^x + \mu^{-x}),$$

welche Gleichung, wenn x und z als die Coordinaten einer Curve betrachtet werden, der bekannten Kettenlinie angehört. Sie enthält drei Constanten a, b, μ, die für jeden Magnet einzeln bestimmt werden müssen.

18) Der hier gefundene Ausdruck für das magnetische Moment z der Theilchen ist also auf rein theoretischem Wege aus dem von Biot für die Intensität des freien Magnetismus gegebenen abgeleitet. Es ist jetzt nöthig, diesen an directen Beobachtungen zu prüfen. Sollte es sich dabei ergeben, dafs er mit letzteren übereinstimmt, so werden dadurch zugleich die theoretischen Principien, von welchen wir ausgegangen sind, einen höheren Grad von Wahrscheinlichkeit erlangen. Es scheint indefs beim ersten Anblick, als wenn eine Bestimmung des magnetischen Moments der Theilchen eines Magnets auf empirischem Wege nicht wohl möglich sey. Schon früher wurde bemerkt, dafs die von einem Magnete geäufserten Anziehungen und Abstofsungen nicht unmittelbar von dem magnetischen Moment der Theilchen, sondern blofs von dem freien Magnetismus abhängen, so dafs das magnetische Moment bei einer und derselben Wirkung nach aufsen sehr verschieden seyn kann. Gaufs hat sogar vor wenigen Jahren nachgewiesen, dafs, wie auch immer der Magnetismus in dem Magnete vertheilt seyn möge, stets nur eine solche Verbreitung des Nord- und Südfluidums an der Oberfläche des Magnets angenommen werden kann, dafs die Wirkung auf alle aufserhalb desselben liegende Punkte durchaus die nämliche bleibt [1]). Es ergiebt sich hieraus deutlich, dafs man aus den in verschiedenen Punkten des äufseren Raums von einem Magnete geäufserten anziehenden und abstofsenden Wirkungen durchaus nicht auf die wahre Vertheilung des Magnetismus in dem Magnete schliefsen kann. Was hier

1) Resultate des magnetischen Vereins, 1839, S. 50.

von Stahlmagneten gesagt wurde, gilt gleichfalls von Elektromagneten.

19) Es giebt aber, abgesehen von der Beobachtung der magnetischen Anziehung und Abstofsung, einen anderen Weg, auf welchem man das gewünschte Ziel erreichen kann. Die Erscheinungen der magnetischen Induction, um welche Faraday die Wissenschaft bereichert hat, können zu der Einsicht in die wesentliche Vertheilung des Magnets führen, und sie sind von zwei berühmten Naturforschern neuerdings zu diesem Zwecke für Elektromagnete verwandt worden. Wenn ein Theilchen Nord- oder Südfluidums sich in der Nähe eines geschlossenen Leitungsdrahtes bewegt, dann entsteht in dem Drahte ein galvanischer Strom. Diefs ist die Grunderscheinung der Induction. Die elektromotorische Kraft, welche den bewegten Magnetismus hierbei ausübt, ist sowohl der Quantität dieses Fluidums als dem zurückgelegten Wege proportional, und wird weiterhin, nach bestimmten Gesetzen, durch die Richtung der Bewegung und die Entfernung des Drahts bedingt. Die Richtung des Stroms in dem inducirten Leitungsdraht geht in die entgegengesetzte über, erstens wenn die des magnetischen Fluidums umgekehrt wird, und zweitens wenn Nordmagnetismus durch Südmagnetismus vertreten wird. Hieraus folgt, dafs gleiche Quantitäten des Nord- und Südmagnetismus, die sich gleich viel sind, aber in entgegengesetzten Richtungen bewegen, die nämliche inducirende Wirkung auf einen Leitungsdraht ausüben.

20) Betrachten wir nun einen Elektromagnet, der seiner ganzen Länge nach mit einem Spiraldraht umgeben ist, durch welchen ein galvanischer Strom geführt wird. So lange dieser fortdauert, bleiben in jedem kleinsten Eisentheilchen die beiden Magnetismen von einander getrennt. Wenn nun der Strom in dem Leitungsdrahte durch Oeffnung der galvanischen Kette aufhört, kehrt das weiche Eisen plötzlich zu dem neutralen Zustande zurück; die magnetischen Fluida vereinigen sich wieder in jedem Theilchen und bewegen sich dabei nach entgegengesetzten Richtun-

gen. Der gesammte Weg, welchen sie jetzt zurücklegen, ist der Entfernung der Pole gleich, in denen sie angehäuft waren. Die durch die Wiedervereinigung der Magnetismen erregte Inductionskraft ist also proportional dem Product aus der Entfernung der Pole und der Quantität des in jedem Pole enthaltenen Fluidums, d. h. dem magnetischen Momente des Theilchens.

Es ist jetzt begreiflich, wie das magnetische Moment in dem Elektromagnet in jeder Entfernung von der Mitte gemessen werden kann. Es bedarf dazu nur einer schmalen Inductionsspirale, deren Enden mit einem Galvanometer verbunden sind, und die man über die elektromagnetische Spirale verschieben kann; man bringt diese Inductionsspirale in verschiedene Entfernungen von der Mitte, und vernichtet, indem man den Strom unterbricht, den Magnetismus des Stabs. Der hierdurch erzeugte Inductionsstrom wird durch die Ablenkung der Galvanometernadel gemessen, und ist dem Sinus des halben Ablenkungswinkels proportional. Er ist aber zugleich proportional der Summe der magnetischen Momente in dem Theil des Elektromagnets, welcher unmittelbar unter der Inductionsspirale liegt.

21) Nach dieser Methode haben Lenz und Jacobi neuerdings eine interessante Reihe von Beobachtungen an Elektromagneten angestellt [1]). Sie gehen dabei von einem etwas anderen Satze aus, als der war, zu welchem uns die obenstehenden Betrachtungen führten. Sie nehmen nämlich an, dafs der gemessene Inductionsstrom der *Quantität* des magnetischen Fluidums gleich sey, welche in dem unmittelbar unter der Inductionsspirale liegenden Theile des Elektromagnets zerlegt ist. Dieser Satz scheint uns weniger richtig zu seyn. Nicht blofs die Quantität des in jedem Theilchen zerlegten Fluidums, sondern das Product aus dieser Quantität und der Entfernung, bis auf welche die Fluida getrennt sind, also das *magnetische Moment*, bestimmt die Intensität des Inductionsstroms. Diese unserer Ansicht nach nothwendige Modification in dem Grundsatze, auf welchem

1) Poggendorff's Annalen d. Physik u. Chemie, Bd. 61, S. 271, 448.

die Bedeutung der Versuche von Lenz und Jacobi über die Vertheilung des Magnetismus in Elektromagneten beruht, hat aber auf das Gesetz der Vertheilung selbst weiter keinen Einfluſs.

22) Bevor wir die Versuche von L. und J. mit unserer theoretischen Formel vergleichen, dürfte es nicht überflüssig seyn zu bemerken, daſs auch bei Stahlmagneten die Induction benutzt werden kann, um das magnetische Moment der Theilchen in jedem Punkte des Magnets zu bestimmen. Nur muſs man hier etwas anders experimentiren. Da man nämlich den Magnetismus eines Stahlmagnets nicht plötzlich vernichten und dadurch eine Bewegung der zerlegten Magnetismen in Beziehung zur ruhenden Inductionsspirale erzeugen kann, muſs die Induction durch eine Bewegung oder Verschiebung der Inductionsspirale an dem Magnete erregt werden. Berücksichtigt man hierbei nur das freie Fluidum, so wird es deutlich, daſs der Inductionsstrom, welcher erzeugt wird, während die Spirale von dem einen Ende des Magnets bis zu einer gewissen Entfernung von der Mitte fortgerückt wird, proportional ist der Quantität des in diesem Theile des Magnets vorhandenen freien Magnetismus. Das Maximum des Inductionsstroms entsteht, wenn die Spirale bis zur Mitte des Magnets fortgeschoben wird. Wenn die Spirale noch weiter fortbewegt wird, wird der in der zweiten Hälfte des Stabs vorhandene freie Magnetismus, welcher mit dem der ersteren Hälfte ungleichnamig ist, eine Induction in entgegengesetzter Richtung veranlassen, und also die frühere Wirkung schwächen. Ich will also voraussetzen, daſs die Inductionsspirale nicht über die Mitte hinaus bewegt werde.

Es hat sich nun aus unseren vorigen Betrachtungen ergeben, daſs die Intensität z des magnetischen Moments in der Entfernung x von der Mitte dem Integral $\int y dx$ gleich ist, in welchem y den freien Magnetismus ausdrückt, und aus der obigen Argumentation ergiebt sich deutlich, daſs man dieses Integral von x bis zum Ende des Stabes nehmen muſs, daſs es also die Quantität des in jenem Theile

des

des Stabes enthaltenen freien Magnetismus ausdrückt. Also ist auch der durch die Bewegung der Inductionsspirale erzeugte Inductionsstrom proportional dem magnetischen Momente an der Stelle, bis zu welcher die Spirale fortbewegt ist, und kann also als das Maafs dieses Moments gelten.

Wenn gleich die Principien, auf welchen sich die Erklärung dieser Inductionswirkungen gründet, bereits von Gaufs und Weber angegeben wurden [1]), sind sie bisher nicht zur Bestimmung der Vertheilung des Magnetismus in Stahlmagneten benutzt worden, weshalb es nicht nöthig ist, länger bei denselben zu verweilen. Wir kehren also zu den Versuchen von L. und J. zurück.

23) Diese wurden mit sieben verschiedenen Weicheisenstäben, die 1 bis 4′ lang, $1\frac{3}{4}$″ dick und in ihrer ganzen Länge mit einer elektromagnetischen Spirale umwunden waren, angestellt. Die Inductionsspirale bestand aus einer 1″ langen Messingröhre, die mit vielen Windungen eines dünnen Drahts umgeben und weit genug war, um mit Leichtigkeit über die elektromagnetische Spirale bewegt zu werden. Durch letztere wurde ein Strom von constanter Stärke geleitet, und die Induction bei Eröffnung der Kette durch die Ablenkung der Galvanometernadel gemessen. Mit jedem Stabe wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, und zwar in verschiedenen Entfernungen von der Mitte, von 2 — 2″ für die kleineren, von 4 — 4″ für die gröfseren Stäbe. Der Sinus der halben Summe der in gleicher Entfernung von der Mitte rechts und links beobachteten Ablenkungswinkel wurde als Maafs der Induction in jener Entfernung von der Mitte betrachtet.

Nach diesen Versuchen, die das Gepräge grofser Genauigkeit an sich tragen, haben L. und J. die Curven gezeichnet, deren Abscissen die Entfernungen bis zur Mitte eines jeden Stabs, und deren Ordinaten die beobachteten Intensitätswerthe der Induction sind. Da die Gestalt dieser Curven derjenigen der Parabel sehr nahe kam, haben sie es versucht ihre Beobachtungen nach der Gleichung die-

1) Resultate des magnetischen Vereins, 1838, S. 86.

ser Linie: $s = \alpha - \beta x^2$ zu berechnen, und dazu die Constanten α und β nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt. Die berechneten Werthe von s stimmen ziemlich genau zu den beobachteten. Es geben indefs jene Forscher zu, dafs die Hypothese, nach welcher die Intensitätscurve eine Parabel sey, nur als empirisch betrachtet werden kann, so lange die Theorie der magnetischen Vertheilung nicht vollständig entwickelt ist.

24) Es giebt in der That viele Gründe, die darauf hinweisen, dafs die Parabel die wahre Intensitätscurve nicht ist. Einmal weichen die Beobachtungen an den Enden der Stäbe so weit von dieser Hypothese ab, dafs L. und J. geglaubt haben, diese Beobachtungen bei der Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate nicht in die Rechnung aufnehmen zu müssen; sodann aber zeigen auch die übrigen Beobachtungen Differenzen gegen die Rechnung, die aufserhalb der Gränzen der unvermeidlichen Versuchsfehler liegen. Betrachtet man z. B. die Reihe der mit dem Stabe von 4′ angestellten Versuche, welche wegen der Länge des Stabes am besten geeignet sind, das Gesetz der Vertheilung des Magnetismus zu ergeben, so findet man nicht nur, dafs die Beobachtung an den Enden des Stabes mehr als 3° von der Rechnung abweicht; aber auch bei der nächstfolgenden Beobachtung beträgt die Differenz noch 1° 6′, und bei den übrigen öfters mehr als 20′, während man aus dem Vergleich der in gleicher Entfernung von der Mitte rechts und links angestellten Versuche ersieht, dafs der wahrscheinliche Versuchsfehler nicht 10′ beträgt. Aufserdem haben L. und J. selbst bemerkt, dafs bei jedem Stabe die nach der Beobachtung und nach der Berechnung gezeichneten Curven einander regelmäfsig in vier Punkten schneiden, was, wie es scheint, nicht blofs zufälligen Umständen und Versuchsfehlern zugeschrieben werden kann.

25) Durch die Versuche von L. und J. haben wir also eine gute Gelegenheit, um die Genauigkeit der oben (17) als Ausdruck des Gesetzes der wahren Vertheilung des Magnetismus aus der Biot'schen Formel abgeleiteten Glei-

chung zu prüfen. Zu dem Ende habe ich für jeden Stab die in der Gleichung vorkommenden Constanten a, b, μ nach der Methode der kleinsten Quadrate aus den Beobachtungen bestimmt, wobei ich aber, so wie L. und J., die an dem äufsersten Ende des Stabes gemachte Beobachtung nicht mit benutzt habe. Hiefür gab es mehre Gründe. Zunächst liefs sich dadurch die Richtigkeit der von mir erhaltenen Resultate mehr unmittelbar mit den aus ihrer Berechnung hervorgehenden vergleichen. Zweitens aber haben sie, aus einem nicht erwähnten Grunde, bei jedem Stabe, mit Ausnahme dessen, welcher 4′ mafs, die Induction nur an *einem* Ende gemessen, während sie in jeder anderen Entfernung von der Mitte des Stabes die Induction immer sowohl rechts, wie links bestimmt und daraus den Mittelwerth genommen haben. Der am Ende beobachtete Werth hat also nicht das nämliche Gewicht wie alle die übrigen, und diefs um so weniger, weil die in gleicher Entfernung von der Mitte beobachteten Ablenkungswinkel, wahrscheinlich aus Mangel an Homogenität des Eisens, bisweilen bedeutende Differenzen ergeben, die sich in *einem* Fall, bei dem Stabe von $3\frac{1}{2}'$, bis zu 56 Minuten erheben. Endlich konnte es sich auf diese Weise deutlicher zeigen, ob die Induction an den Enden von dem für die übrigen Theile des Stabes gefundenen Gesetze abweiche. Nur die letzte, mit dem Stabe von 4′ angestellte Versuchsreihe, bei welcher L. und J. die an beiden Enden beobachtete Ablenkung verzeichnet haben, ist von mir auf zweifache Weise berechnet, mit und ohne Benutzung der letzten Beobachtung, zur Berechnung der Constanten der Gleichung.

26) Nachstehende Tabellen enthalten die Resultate jener Rechnung. Die vorletzte Reihe enthält die Differenzen zwischen den berechneten und beobachteten Werthen des halben Ablenkungswinkels. In der letzten Reihe sind zur Vergleichung die Differenzen angegeben, welche von L. und J. bei ihrer Berechnung nach der parabolischen Hypothese gefunden wurden.

Vergleichung der beobachteten und berechneten Werthe des halben Ablenkungswinkels.

Länge der Stange = 1′. $a = 0{,}09363$ $\log b = 8{,}04910$ $\log \mu = 0{,}06940$

Entfernung von d. Mitte in halben Zollen.	Halber Ablenkungswinkel. Beobachtet.	Berechnet.	Differenz.	Differenz bei L. und J.
0	4° 6′,75	4° 5′,1	+ 1′,65	− 0′,25
3	3 56,25	3 56,0	+ 0,25	0
5	3 37,5	3 39,1	− 1,6	0
7	3 10,125	3 11,6	− 1,5	+ 0,125
9	2 31,9	2 30,6	+ 1,3	+ 0,9
10,76	1 42,0	1 40,2	+ 1,8	− 9,7
11	1 27,0	1 32,0	− 5,0	−18,0

Länge der Stange = 1′,5. $a = 0{,}18675$ $\log b = 8{,}41921$ $\log \mu = 0{,}04349$.

0	7° 45′	7° 42′,9	+ 2′,1	− 2′
3	7 35,6	7 34,6	+ 1,0	− 1
5	7 20,25	7 19,6	+ 0,65	0
7	6 53,6	6 56,3	− 2,7	0
9	6 21,75	6 23,9	− 2,15	+ 3
11	5 40,5	5 41,0	− 0,5	+ 4
13	4 45,75	4 46,0	− 0,25	+ 2
15	3 38,6	3 36,7	+ 1,9	− 4
17	2 4,5	2 10,3	− 5,8	−29,5

Länge der Stange = 2′. $a = 0{,}31671$ $\log b = 8{,}73815$ $\log \mu = 0{,}02916$.

0	12° 0′,7	11° 57′,2	+ 3′,5	− 3′,3
3	11 53,6	11 49,9	+ 3,7	− 1,4
7	11 11,6	11 14,5	− 2,9	− 2,4
11	10 3,7	10 8,3	− 4,6	+ 1,7
15	8 27,4	8 26,9	+ 0,5	+ 9,4
17	7 18,4	7 20,9	− 2,5	+ 4,4
19	6 3,7	6 3,2	+ 0,5	+ 0,7
21	4 35,2	4 32,6	+ 2,6	− 7,8
23	2 36,7	2 47,4	−10,7	−39,3

Länge der Stange = 2′,5. $a = 0{,}40588$ $\log b = 8{,}77625$ $\log \mu = 0{,}02590$.

0	16° 42′	16° 39′	+ 3′	− 6′
5	16 21	16 19	+ 2	− 5
9	15 34	15 35	− 1	− 1
13	14 22	14 24	− 2	+ 6
17	12 39	12 41	− 2	+10
21	10 19	10 21	− 2	+ 5
25	7 21	7 18	+ 3	−11
29	3 10	3 21	−11	−76

Länge der Stange =3'. $a=0{,}49598$ $\log b=8{,}79986$ $\log \mu=0{,}02354$.

Entfernung von d. Mitte in halben Zollen.	Halber Ablenkungswinkel. Beobachtet.	Berechnet.	Differenz.	Differenz bei L. und J.
0	21° 35′	21° 42′	− 7′	− 23′
3	21 31	21 36	− 5	− 20
7	21 9	21 8	+ 1	− 8
11	20 28	20 17	+11	+ 12
15	19 9	19 1	+ 8	+ 20
19	17 14	17 16	− 2	+ 18
23	14 53	14 59	− 6	+ 15
27	12 1	12 3	− 2	+ 5
31	8 25	8 23	+ 2	− 24
35	3 33	3 47	−14	−109

Länge der Stange =3',5. $a=0{,}64838$ $\log b=9{,}02921$ $\log \mu=0{,}01730$.

0	25° 46′	25° 45′	+ 1′	− 8′
5	25 28	25 29	− 1	− 7
9	24 55	24 52	+ 3	+ 1
13	23 58	23 54	+ 4	+ 9
17	22 32	22 33	− 1	+ 12
21	20 43	20 48	− 5	+ 13
25	18 39	18 37	+ 2	+ 19
29	15 57	15 58	− 1	+ 9
33	12 46	12 48	− 2	− 9
37	9 3	9 1	+ 2	− 40
41	3 32	4 35	−65	−159

Länge der Stange =4'. Die letzte Beobachtung nicht mit in Rechnung gezogen.

$a=0{,}72682$ $\log b=9{,}00172$ $\log \mu=0{,}01692$.

0	31° 48′	31° 44′	+ 4′	− 14′
3	31 44	31 39	+ 5	− 11
7	31 22	31 14	+ 8	− 3
11	30 20	30 29	− 9	− 12
15	29 21	29 23	− 2	+ 5
19	27 54	27 56	− 2	+ 17
23	26 5	26 6	− 1	+ 26
27	23 45	23 51	− 6	+ 25
31	21 10	21 9	+ 1	+ 29
35	18 0	17 58	+ 2	+ 16
39	14 20	14 15	+ 5	− 9
43	9 49,5	9 54	− 4,5	− 66,5
47	3 57	4 49	−52	−187

Dieselbe Stange. Die letzte Beobachtung mit in Rechnung gezogen.
$a = 0{,}67734$ $\log b = 8{,}88154$ $\log \mu = 0{,}01900$.

Entfernung von d. Mitte in halben Zollen.	Halber Ablenkungswinkel. Beobachtet.	Berechnet.	Differenz.	Differenz. bei L. und J.
0	31° 48′	31° 40′	+ 8′	− 14′
3	31 44	31 35	+ 9	− 11
7	31 22	31 11	+11	− 3
11	30 20	30 28	− 8	− 12
15	29 21	29 25	− 4	+ 5
19	27 54	28 0	− 6	+ 17
23	26 5	26 11	− 6	+ 26
27	23 45	23 57	−12	+ 25
31	21 10	21 14	− 4	+ 29
35	18 0	17 59	+ 1	+ 16
39	14 20	14 8	+12	− 9
43	9 49,5	9 34	+15,5	− 66,5
47	3 57	4 10	−13	−187

Aus diesen Tabellen ergiebt sich, dafs sich die Gleichung der Kettenlinie viel enger an die Beobachtungen anschliefst, als die der Parabel, was namentlich aus den Beobachtungen an den längeren Stäben erhellt. Wenn man die letzten, am Ende der Stäbe beobachteten Werthe nicht berücksichtigt, findet sich nur einmal ein Unterschied von 11′ zwischen der Beobachtung und der Berechnung; alle die übrigen Differenzen, selbst bei den vorletzten Beobachtungen, sind kleiner als 10′, und man darf es dafür halten, dafs sie innerhalb der Gränzen der Versuchsfehler und der durch den Mangel an vollkommener Homogenität des Eisens bedingten Ungenauigkeiten liegen.

27) Ich bin indefs weit entfernt, in dieser Uebereinstimmung einen vollkommenen Beweis sehen zu wollen für den Satz, dafs die Gleichung der Kettenlinie der richtige Ausdruck ist für das Gesetz der Vertheilung des Magnetismus. Die bei der letzten Beobachtung jeder Reihe übrigbleibenden Differenzen sind, wenn gleich kleiner als bei L. und J, dennoch zu bedeutend, um sie nur zufälligen Umständen zuzuschreiben; auch haben sie alle das nämliche Zeichen. Aufserdem findet sich in den meisten Reihen der Differenzen eine gewisse Reihenfolge der Zeichen, in-

dem sie mit + anfangen, dann durch — in + übergehen und endlich mit — endigen, was auch schwerlich als zufällig betrachtet werden kann.

In diesen Differenzen liegt aber kein Einwurf gegen die früher (5—15) vorgetragene Theorie. Die gefundene Gleichung $z = a - b(\mu^x + \mu^{-x})$ für die wahre Vertheilung des Magnetismus ist aus der von Biot für die scheinbare Vertheilung gefundenen abgeleitet; sie kann also keinen gröfseren Grad von Genauigkeit haben als diese. Es sind nämlich die Beobachtungen Coulomb's, auf welche sich Biot's Gleichung stützt, zu wenig zahlreich, und sie lassen hinsichtlich der Intensität des freien Magnetismus zu viele Zweifel, als dafs man jene Formel für völlig erwiesen halten dürfte. Wahrscheinlich nähert sie sich nur sehr der Wahrheit, und eben so verhält es sich dann auch mit der hier für die wahre Vertheilung gegebenen.

28) Schliefslich müssen wir noch eine Bemerkung hinzufügen über den Einflufs der Länge der benutzten Inductionsspirale. Diese betrug 1″. Um richtig die Intensität der Induction in jeder gegebenen Entfernung von der Mitte zu bestimmen, müfste man eine unendlich schmale Inductionsspirale benutzen, wodurch man einen anderen Ausdruck für z als Function von x erhalten würde. Nennen wir mit L. und J., von welchen diese Bemerkung schon gemacht wurde [1]), z' diese Function oder die Ordinate der wahren Intensitätscurve, und nehmen wir die Hälfte der Länge der Inductionsspirale als Einheit, dann ist:

$$\int_{x-1}^{x+1} z'\,dx = z.$$

An der so eben angeführten Stelle haben L. und J. gezeigt, dafs man in der parabolischen Hypothese, in welcher $z = a - bx^2$ gesetzt wird, jener Gleichung genügt, wenn man auch $z' = a' - b'x^2$ setzt, so dafs die Form der Gleichung für die Intensitätscurve die nämliche bleibt, und nur die Constanten der Gleichung andere Werthe erhalten.

Dieſs findet nun auch statt, wenn man die Gleichung

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 61, S. 455.

der Kettenlinie $z = a - b(\mu^x + \mu^{-x})$ anwendet. Man hat alsdann:

$$\int_{x-1}^{x+1} z' \, dx = a - b(\mu^x + \mu^{-x}),$$

und dieser Gleichung genügt man, wenn man

$$z' = a' - b'(\mu^x + \mu^{-x})$$

setzt, wobei μ nicht verändert ist. Wenn man diesen Werth in das erste Glied substituirt, wird es nach Integration zwischen bestimmten Gränzen:

$$2a' - b' \frac{(\mu - \mu^{-1})(\mu^x + \mu^{-x})}{log\, \mu},$$

woraus folgt:

$$2a' = a \ , \ \frac{b'(\mu - \mu^{-1})}{log\, \mu} = b.$$

oder:

$$a' = \frac{a}{2} \ , \ b' = \frac{b\, log\, \mu}{\mu - \mu^{-1}}.$$

II. *Ein und zwanzigste Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von Michael Faraday.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser in einem besonderen Abdruck aus den *Phil. Transact. f.* 1846, *pt. I.*)

§. 27. Ueber neue magnetische Wirkungen und über den magnetischen Zustand aller Substanzen; Fortsetzung [1]).

V. Wirkung von Magneten auf magnetische Metalle und deren Verbindungen.

2343) Die magnetischen Charaktere des Eisens, Nikkels und Kobalts sind wohl bekannt; eben so weifs man, dafs sie bei gewissen Temperaturen ihren gewöhnlichen Magnetismus verlieren, und für die gebräuchlichen Prüfmittel

1) S. Annalen, Bd. LXIX, S. 289.

und Beobachtungen unmagnetisch werden; sie treten dann in die Liste der diamagnetischen Körper und wirken ähnlich wie diese. Eine nähere Untersuchung hat mir indefs gezeigt, dafs sie dennoch sehr verschieden von anderen Körpern sind; dafs sie, obwohl in der Hitze unwirksam gegen gewöhnliche Magnete oder gewöhnliche Prüfmittel, es doch nicht absolut sind, sondern bei jeglicher Temperatur einen gewissen Betrag von Magnetkraft behalten; und dafs auch diese Kraft von gleichem Charakter mit der ist, welche sie gewöhnlich besitzen.

2344) Ein Stück Eisendraht, etwa einen Zoll lang und 0,05 Zoll dick, vollkommen gesäubert, wurde in der Mitte durch einen feinen Platindraht mit dem Aufhängedraht (2249) verknüpft, um zwischen den Polen des Elektromagnets schwingen zu können, Durch eine Weingeistlampe erhitzt, erlangte er bald eine Temperatur, welche ihn gegen einen guten gewöhnlichen Magneten ganz unempfindlich machte, obwohl dieser ihm sehr nahe gebracht ward. Durch Ajustirung der Flamme ward nun die Temperatur des Eisendrahts bedeutend erhöht und der Elektromagnet in Thätigkeit gesetzt. Sogleich wurde das heifse Eisen magnetisch und zwischen den Polen gerichtet. Die Kraft war indefs schwach, und in dieser Hinsicht stand der Zustand des Eisens in auffallendem Contrast mit dem, welchen es in der Kälte besitzt; allein im Charakter war die Kraft dieselbe.

2345) Das Eisen wurde nun langsam erkalten gelassen, so dafs sein höherer magnetischer Zustand beobachtet werden möchte. Die Stärke der Kraft schien nicht eher zu wachsen, als bis die Temperatur zu einem gewissen Punkt gelangt war, und als nun die Hitze fortfuhr abzunehmen, erlangte das Eisen rasch, obwohl nicht instantan, seine hohe Magnetkraft; jetzt liefs es sich nicht vom Magnet entfernt halten, sondern flog zu ihm, bog den Aufhängedraht und zitterte gleichsam mit magnetischer Kraft als es mit einem Ende an dem Kerne haftete.

2346) Auf dieselbe Weise wurde ein kleiner Nickelstab experimentell untersucht. Diefs Metall, wie ich ge-

zeigt habe [1]), verliert seinen Magnetismus für die gewöhnlichen Prüfmittel bei einer unter dem Siedpunkt des Oels liegenden Hitze, und daher ist er sehr gut geeignet zu zeigen, ob die magnetischen Metalle ihre Kraft durch Hitze gänzlich verlieren können oder nicht, und ob das Verschwinden der ganzen Kraft oder eines gröfseren Theils plötzlich oder allmälig geschieht. Die Kleinheit der zu untersuchenden Masse unterstützt sehr die Bestimmung des letzteren Punkts. Bei Erhitzung wurde das Nickel bald indifferent gegen gewöhnliche Magnete; allein wie hoch auch die Temperatur war, wurde es doch vom Elektromagnet gerichtet und angezogen, die Kraft war zwar schwach, aber unzweifelhaft. Sie war kaum hinlänglich das Gewicht des Nickels durch die magnetische Wirkung allein zu tragen; war aber sehr sichtbar, wenn das Metall beschriebenermafsen (2344) aufgehängt ward.

2347) Bei sorgfältiger Senkung der Temperatur des Nickels ergab sich, dafs der Uebergang von einem Grad der Magnetkraft zu einem anderen allmälig war, und nicht instantan. Beim Eisen ist es schwierig, sowohl beim Erhitzen als beim Abkühlen, alle Theile so nahe in derselben Temperatur zu halten, dafs man sicher seyn könne, es sey nicht die Vereinigung von heifseren und kälteren Theilen, welche das Ansehen eines intermediären Grades von Magnetismus bewirke; allein beim Nickel ist diefs nicht so schwer, denn der Fortgang ist allmäliger, so dafs, wenn beim Erkalten die Kraft zu wachsen beginnt, das Erkalten einige Zeit fortdauern kann, ehe die volle Kraft auftritt; zu jeder Zeit in dieser Periode konnte die Temperatur ein wenig erhöht werden, und obwohl dann die Kraft etwas abnahm, liefs sie sich doch auf einer Stufe, die stärker als die schwächste war, erhalten. In der That war es leicht, das Nickel auf viele intermediäre Kraftgrade zu halten, und somit jeden Zweifel an der allmäligen Annahme der vollen Kraft zu entfernen.

2348) Gestützt auf die verschiedenen Temperaturen, bei

1) *Phil. Magazine*, 1836, *Vol. VIII*, *p.* 179. (Ann. Bd. 37, S. 423.)

welchen die magnetischen Metalle ihre besondere Kraft zu verlieren scheinen, hab ich die Meinung ausgesprochen [1]), dafs alle Metalle wahrscheinlich einen gleichen magnetischen Charakter besitzen würden, wenn man ihre Temperatur hinreichend erniedrigen könnte. Die eben beschriebenen Thatsachen scheinen mir aber dieser Ansicht ganz zu widersprechen. Die Metalle, welche magnetisch sind, halten einen Theil ihrer Kraft nach Uebergang der grofsen Aenderung oder in das, was man ihren diamagnetischen Zustand nennen kann, zurück; allein andere Metalle, wie Wismuth, Zinn u. s. w., zeigen keine Spur dieser Kraft, und sind daher nicht in dem Zustand des heifsen Eisens, Nickels oder Kobalts; denn während diese sich axial stellen oder angezogen werden, stellen die anderen sich aequatorial oder werden abgestofsen. Ich hoffe daher, es wird erlaubt seyn, die damals aufgestellte Ansicht zurückzunehmen.

2349) Ich schritt nun zunächst zur Untersuchung der Eisenoxyde; in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen von Hrn. Becquerel [2]) und Anderen fand ich, dafs sie alle, natürliche wie künstliche, magnetisch sind bei gewöhnlichen Temperaturen. Ich erhitzte sie darauf in Röhren, fand sie aber noch magnetisch, und sah keine Abnahme der Kraft bei den Temperaturen, die ich ihnen zu geben vermochte.

2350) Verschiedene Proben von Nickeloxyd zeigten dieselben Erscheinungen: sie waren, kalt und warm, magnetisch. Dafs die Hitze in dieser Beziehung keine Aenderung bewirkte, ist um so auffallender, weil ich dem heifsen Oxyd eine Temperatur gegeben hatte, die weit höher war als die, welche nöthig ist, in dem Metalle selbst (2346) die grofse magnetische Aenderung hervorzubringen.

2351) Kobaltoxyd war auch magnetisch, und zwar gleich

1) *Phil. Mag.*, 1836, *Vol. VIII*, *p.* 177; *ibid.* 1839, *Vol. XIV*, *p.* 161. (Annalen, Bd. 37, S. 423 und Bd. 47, S. 218..)

2) *Ann. de chim. et de phys.*, 1827, *Vol. XXXVI*, *p.* 337. (Annal. Bd. 12, S. 622.) *Compt. rend.*, 1845, *Vol. XX*, *p.* 1708.

stark, es mochte heifs oder kalt seyn. Blaues Kobaltglas ist wegen des Gehalts an Kobaltoxyd magnetisch, sowohl heifs wie kalt. In allen diesen Fällen war die zurückgehaltene Kraft sehr schwach gegen die des reinen Metalls.

2352) Zu den *Eisensalzen* übergehend, fand ich auch diese magnetisch. Eisenvitriol in klaren Krystallen wurde angezogen und sehr gut axial gestellt; so auch das trockne Salz. Bei weiterem Fortgang fand ich, dafs jedes Eisensalz und jede Verbindung, die Eisen als Basis enthält, magnetisch ist. Alle dem Versuch unterworfenen Substanzen aufzuzählen würde ermüdend seyn, die folgenden sind als Beispiele ihrer Mannigfaltigkeit ausgewählt:

Chlorür	Oxydulphosphat
Chlorid	Oxydphosphat
Jodid	Nitrat
Oxydulsulphat	Carbonat
Oxydsulphat	Berlinerblau.

2353) Unter den natürlichen Verbindungen waren:

Sumpferz	Schwefelkies
Blutstein	Arsenikkies
Chromeisenstein	Kupferkies

und viele andere magnetisch.

2354) Grünes Bouteillenglas ist wegen des darin enthaltenen Eisens verhältnifsmäfsig sehr magnetisch, und kann deshalb nicht als Röhren zum Einschlufs anderer Substanzen angewandt werden. Aus derselben Ursache ist Kronglas magnetisch. Flintglas ist dagegen nicht magnetisch, und stellt sich aequatorial.

2355) Krystalle von gelbem Blutlaugensalz sind nicht magnetisch, sodern werden abgestofsen und aequatorial gestellt; dasselbe ist der Fall mit rothem Blutlaugensalz.

2356) Meinen Hoffnungen gemäfs, waren selbst Lösungen von Eisensalzen, gleichviel in Wasser oder Alkohol, magnetisch. Eine Röhre, gefüllt mit einer klaren Lösung von Oxydul- oder Oxydsulphat, oder Chlorür oder Chlo-

rid oder *tinctura ferri muriatici*, ward von den Polen angezogen und zwischen ihnen sehr gut axial gestellt.

2357) Diese Lösungen liefern uns ein sehr wichtiges Mittel zum Fortschreiten in magnetischen Untersuchungen, denn sie setzen uns in den Stand, einen Magnet darzustellen, der zugleich flüssig, klar und, innerhalb gewisser Gränzen, zu jeglicher Stärke ajustirbar ist. Wir haben es also in unserer Macht, einen Magnet optisch zu untersuchen, können auch Portionen magnetischer Substanz in einander bringen, und somit dynamische und andere Erscheinungen innerhalb magnetischer Media beobachten. In der That können diese Substanzen nicht blofs als Magnete in das magnetische Feld gebracht werden, sondern das Feld kann mit ihnen gefüllt werden, und dann lassen sich andere Körper und andere Magnete hinsichtlich ihrer vereinten oder getrennten Wirkung in denselben untersuchen (2361 etc.).

2358) Unter den *Nickel-* und *Kobaltsalzen* wurden reine Krystalle von schwefelsaurem Nickeloxyd, und eben so solche von schwefelsaurem Kobaltoxyd gut magnetisch befunden. Auch Lösungen von Nickelsulphat, Nickelchlorid und Kobaltchlorid waren magnetisch. Damit ich in diesen Schlüssen vollkommen sicher sey, wandte ich mich an Hrn. Askin von Birmingham, dessen Geschicklichkeit in Trennung des Nickel und Kobalts von einander und von den übrigen Metallen eben so bekannt ist, als der Maafsstab in welchem er diese Operationen ausführt; er versah mich mit einer Lösung von Nickelchlorid und einer von Kobaltchlorid, beide vollkommen rein; beide erwiesen sich zwischen den Polen eines Magnets gut magnetisch.

2359) Durch Erhitzung wurde die Kraft dieser Lösung nicht verringert oder verändert.

2360) Diese Resultate mit den Salzen magnetischer Metalle, vereint mit den zuvor angeführten, scheinen zu zeigen, dafs die nicht-magnetischen Metalle bei keinem Temperaturwechsel magnetisch werden (2398), sondern als eine von Eisen, Nickel und Kobalt verschiedene Klasse betrachtet werden müssen; denn keine Verbindung der nicht-mag-

netischen Metalle giebt bis jetzt irgend eine Anzeige von gewöhnlicher Magnetkraft, während diese sich in allen Verbindungen der drei letzten Metalle vorfindet.

2361) Zur Erläuterung der Hülfe, welche das Eisen und andere ähnliche Lösungen bei Untersuchung der magnetischen Phänomene darbietet (2357), so wie auch wegen des allgemeinen Schlusses, der sich aus allen in diesem Aufsatz beschriebenen Thatsachen ergiebt, will ich gewisse anticipirte Resultate beschreiben, welche bei Anwendung dieser Lösungen im magnetischen Felde erhalten wurden.

2362) Es wurde eine klare Lösung von Eisenvitriol bereitet, die in einer Unze 74 Gran der wasserhaltigen Krystalle enthielt. Eine zweite Lösung bestand aus einem Volum der ersteren und drei Volumen Wasser; eine dritte Lösung enthielt ein Volum der stärkeren und funfzehn Volume Wasser. Diese Lösungen will ich mit No. 1, 2 und 3 bezeichnen; die Menge der darin enthaltenen Krystalle des Eisensalzes betrug respective 16, 4 und 1 Procent. Diese Zahlen können daher als Ausdrücke (nur allgemein (2423)) für die Stärke des magnetischen Theils der Flüssigkeit angesehen werden.

2363) Röhren, wie die zuvor beschriebenen (2279), wurden zubereitet, respective mit diesen Lösungen gefüllt und dann hermetisch versiegelt, dabei möglichst wenig Luft darin gelassen. Auch wurden Gläser mit den Lösungen gefüllt, grofs genug, um eine freie Bewegung der Röhren darin zu erlauben, und doch von solcher Ausdehnung und Gestalt, dafs man sie zwischen die Magnete bringen konnte. Auf diese Weise konnte die Wirkung der Magnetkräfte auf die in den Röhren enthaltenen Substanzen untersucht und beobachtet werden, sowohl wenn die Röhren sich in diamagnetischen Mitteln, wie Luft, Wasser, Alkohol etc. befanden, als auch in magnetischen Mitteln von stärkerer oder schwächerer Magnetkraft als die Substanzen in den Röhren.

2364) Als diese Röhren in Luft zwischen den Polen aufgehängt wurden, stellten sie sich alle, wie zu erwarten,

axial oder wie Magnete, und anscheinend mit Kräften, die den Stärken der Lösungen proportional waren. Auch wenn sie sich in Alkohol oder Wasser eingetaucht befanden, nahmen sie noch dieselbe Richtung an; die stärkste Lösung sehr gut, auch noch die zweite, aber die verdünnteste Lösung war von schwacher, obwohl in ihrem Charakter sehr deutlicher Wirkung.

2365) Sehr interessant waren die Resultate, wenn die Röhren in die verschiedenen Eisenlösungen getaucht wurden. Die Röhre No. 1 (die stärkst magnetische) hatte, innerhalb der Lösung No. 1, keine Neigung unter dem Einfluſs der Magnetkraft irgend eine besondere Lage anzunehmen, sondern blieb überall, wo sie war. In No. 2 gebracht, stellte sie sich gut axial, und in der Lösung No. 3 nahm sie dieselbe Richtung mit noch gröſserer Kraft an.

2366) Die Röhre No. 2, innerhalb der Lösung No. 1 befindlich, stellte sich aequatorial, d. h. wie schweres Glas, Wismuth oder überhaupt ein diamagnetischer Körper in der Luft. In der Lösung No. 2 war sie indifferent, richtete sich nirgends hin, und in der Lösung No. 3 stellte sie sich axial oder wie ein magnetischer Körper. Die Röhre No. 3 mit der schwächsten Lösung stellte sich aequatorial in den Lösungen No. 1 und 2, aber gar nicht in der Lösung No. 3.

2367) Es wurden mehre andere Eisenlösungen von verschiedener Stärke bereitet, und als allgemeines und constantes Resultat ergab sich, daſs jede Röhre sich axial stellte, wenn die in ihr enthaltene Lösung concentrirter war als die umgebende, und aequatorial, wenn die Lösung in der Röhre die schwächere von beiden ausmachte.

2368) Die Röhren wurden nun senkrecht aufgehängt, so daſs sie, innerhalb der verschiedenen Lösungen, dem einen der Magnetpole nahe gebracht und wie der anzeigende Würfel oder die Kugel von Wismuth oder schwerem Glase (2266) angewandt werden konnte. Das constante Resultat war, daſs wenn die Röhre eine stärkere Lösung als die umgebende enthielt, sie von dem Pole angezogen ward, daſs

sie dagegen eine Abstofsung erfuhr, wenn ihre Lösung die schwächere war. Die letzteren Erscheinungen machten sich in jeder Beziehung eben so wie die Abstofsung des schweren Glases, des Wismuths oder irgend eines diamagnetischen Körpers in Luft.

2369) Nachdem ich diese Erscheinungen beschrieben, will ich bis zum letzten Abschnitt dieses Aufsatzes von ihrer weiteren Betrachtung abstehen, und zu gewissen Resultaten übergehen, die specieller zum gegenwärtigen Theil dieser Untersuchungen gehören.

2370) Da die magnetischen Metalle, Eisen, Nickel und Kobalt, in ihren Verbindungen ebenfalls Substanzen von magnetischen Eigenschaften darstellen (2360), so schien es sehr wahrscheinlich, dafs andere Metalle, hinsichtlich deren magnetischen Charakters, wegen eines möglichen Eisengehalts der untersuchten Proben, Zweifel obwalten, auf diese Weise in Bezug auf ihren magnetischen Charakter geprüft werden könnten; denn der Analogie nach schien es wahrscheinlich, dafs jedes an sich magnetische Metall auch in seinen Verbindungen magnetisch seyn würde, und, nach dem Charakter der grofsen Klasse von diamagnetischen Körpern zu urtheilen (2275), dafs keine magnetische Verbindung von einem nicht an sich magnetischen Metalle zu erhalten wäre. Demgemäfs schritt ich dazu, die Verbindungen vieler Metalle auf diese Weise zu prüfen, und somit erhielt ich die folgenden Resultate.

2371) *Titan.* — Wollaston hat die magnetischen Wirkungen von Titankrystallen beschrieben, und zugleich die Meinung ausgesprochen, dafs dieselben von Eisen herrühren [1]). Ich nahm eine Probe Titanoxyd, welche ich für vollkommen eisenfrei halte, schlofs sie in eine Röhre ein (2279) und unterwarf sie der Wirkung des Elektromagneten (2246. 2247). Sie erwies sich dabei ungezwungen magnetisch. Eine andere von Hrn. Johnson erhaltene Probe, die er für völlig eisenfrei hielt, war ebenfalls magnetisch. Ich

1) *Philosoph. Transact.*, 1823, *p.* 400.

Ich schliefse hieraus, dafs das Titan wirklich ein magnetisches Metall ist.

2372) *Mangan.* — Berthier hat meines Wissens zuerst angegeben, dafs diefs Metall in sehr niedrigen Temperaturen magnetisch sey [1]). Als ich Proben der verschiedenen Oxyde, welche für rein gehalten wurden, der Magnetkraft unterwarf, erwiesen alle sich als magnetisch, besonders das Oxydul. Auch waren es die folgenden Manganverbindungen im reinen und trocknen oder krystallisirten Zustande: Chlorid, Sulphat, Ammonio-Sulphat, Phosphat, Carbonat und Borat; ferner die Lösungen vom Chlorid, Nitrat, Sulphat und Ammonio-Sulphat. Eine Probe des Ammonio-Sulphats wurde durch Zusatz von etwas kohlensaurem Ammoniak alkalisch gemacht, gekocht und dann drei Mal sorgfältig umkrystallisirt. Auch jetzt noch waren die Krystalle, so wie die Lösung des gereinigten Salzes, vollkommen und gut magnetisch. Ich zweifle deshalb nicht, dafs das Mangan, wie Berthier sagt, ein magnetisches Metall ist. Wenn aus dem Grade des Magnetismus der Verbindungen ein Schlufs gezogen werden kann hinsichtlich der Magnetkraft des Metalls, so würde ich glauben, dafs das Mangan bei hinreichend niedriger Temperatur diese Kraft in bedeutendem Maafse besitzt [2]).

2373) *Cerium.* — Ich weifs nicht, dafs man bis jetzt das Cerium zu den magnetischen Metallen gezählt habe. Versuche mit dem Hydrat des Oxyduls, dem Carbonat und dem Chlorid dieses Metalls, so wie mit dem Doppelsulphat von Oxyd und Kali zeigten mir, dafs diese Verbindungen alle magnetisch sind, eben so die Lösungen derer, die löslich sind. Da nun alle diese Verbindungen unzweifelhaft magnetisch sind, so ist jeder Grund da zu glauben, dafs auch das Cerium magnetisch seyn werde (2370).

2374) *Chrom.* — Die magnetischen Erscheinungen der

1) *Traité des Essais par la voie sèche, T. I, p.* 532. — *Phil. Mag.* 1845, *Vol. XXVII, p.* 2. (Annalen, Bd. 65, S. 643.)

2) *Phil. Mag.*, 1845, *Vol. XXVII, p.* 2. (Ann. Bd. 45, S. 643.)

Chromverbindungen sind sehr interessant. Portionen von chromsaurem und doppelchromsaurem Kali wurden durch drei sorgfältige Umkrystallisirungen gereinigt, dann wurde ein Theil des Bichromats in einem Platintiegel erhitzt, bis das zweite Aequivalent Chromsäure in krystallisirtes Chromoxydul verwandelt war, und dieses nun gewaschen und getrocknet; es zeigte sich gut magnetisch. Alle übrigen Proben von Chromoxydul, die untersucht wurden, waren es ebenfalls. Eine Probe von Waringtons Chromsäure erwies sich sehr schwach magnetisch.

2375) Chromsaures Bleioxyd, dem Magnet unterworfen, stellte sich aequatorial und ward abgestofsen. Dasselbe war der Fall mit Krystallen von chromsaurem Kali. Krystalle von doppelt-chromsaurem Kali wirkten jedoch nicht so; denn wenn sie überhaupt afficirt wurden, waren sie in sehr geringem Grade magnetisch, als Beweis vom Einflufs des vermehrten Antheils der Chromsäure. Lösungen von beiden Salzen stellten sich gut aequatorial und wurden abgestofsen, dadurch den diamagnetischen Einflufs des anwesenden Wassers darthuend (2422).

2376) Wie schon angegeben, ward eine Lösung des Bichromats, in einer Röhre enthalten, aequatorial gestellt und abgestofsen. Wurde aber dieselbe Lösung mit etwas Alkohol und etwas Salzsäure oder Schwefelsäure versetzt und einige Minuten erhitzt, um die Chromsäure in Oxydul oder Chlorür zu verwandeln, so fand sie sich, innerhalb der Röhre dem Magnet unterworfen, stark magnetisch.

2377) Ich glaube, es ist früher gesagt worden, das Chrom sey ein magnetisches Metall. Da obige Resultate mit reinen Verbindungen desselben erhalten wurden, so ist meiner Meinung nach daran nicht mehr zu zweifeln.

2378) *Blei.* — Die Verbindungen des Bleis werden aequatorial gestellt und abgestofsen. Die untersuchten Substanzen waren: das Chlorid, Jodid, Sulphuret, Sulphat, Phosphat, Carbonat, Acetat und das geschmolzene Oxyd. Eine Portion von sehr sorgfältig krystallisirtem Nitrat wurde gelöst, durch reines Zink gefällt und das erhaltene Blei mit

verdünnter Salpetersäure gewaschen, um basische Salze zu entfernen. Ein solches Blei war frei von Magnetismus; und folglich gehört dieſs Metall zu den diamagnetischen Körpern, sowohl direct als wegen seiner Verbindungen. Gewöhnliches Blei ist magnetisch; es ist nicht leicht, dasselbe in dem reinen diamagnetischen Zustand zu erhalten.

2379) *Platin.* — Bis jetzt habe ich noch kein bearbeitetes Stück dieses Metalls frei von Magnetismus gefunden, nicht einmal das von Wollaston selbst bereitete und der K. Gesellschaft hinterlassene. Proben des reinsten Platins von Hrn. Johnson wurden auch schwach magnetisch befunden.

2380) Sauberes Platin (Blech und Schnitzel) wurde in reinem Königswasser gelöst und die Lösung zur Trockne verdunstet. Sowohl das trockne Chlorid als die Lösung desselben wurde aequatorial gestellt und abgestoſsen vom Magnet. Ein Theil des Chlorids wurde gelöst und sauer gemacht, dann durch eine saure Lösung von salzsaurem Ammoniak gefällt und das trockne Platinchlorid-Ammoniak gewaschen und getrocknet. Auch dieses wurde vom Magnet aequatorial gestellt und abgestoſsen. Platinschwamm dagegen, aus diesem Chloridammoniak durch Erhitzung in einer Röhre von Flintglas dargestellt und zu einem Kuchen zusammengepreſst, ward *axial* gestellt und an der Seite des Magneten angezogen, war also magnetisch.

2381) Für jetzt glaube ich, daſs das Platin ein magnetisches Metall ist, obwohl in sehr geringem Grade, und daſs in den Verbindungen die Aenderung des Aggregatzustands und die Gegenwart anderer Substanzen von diamagnetischem Charakter hinreichend sind, den Magnetismus zu verdecken und das Ganze diamagnetisch zu machen (2422).

2382) *Palladium.* — Alles im Besitz der K. Gesellschaft befindliche, von Wollaston bereitete Palladium, zusammen zehn Stangen und gewalzte Bleche, ist magnetisch. Proben dieses Metalls von Hrn. Johnson, für rein gehalten, waren ebenfalls schwach magnetisch. Das Chlorid, das Bichlorid-Ammoniak und das Cyanid des Palla-

diums wurden durch den Magneten aequatorial gestellt und abgestofsen. Dasselbe Cyanid, durch Erhitzung entweder in offenen Platintiegeln oder in verschlossenen Glasröhren reducirt, gab ein Palladium, das in schwachem Grade magnetisch war. Einiges von Wollaston's Palladium wurde in reinem Königswasser gelöst, und die Lösung langsam durch reines, eisenfreies, nicht magnetisches Zink gefällt. Fünf successiv gefällte Portionen des Metalls waren *alle magnetisch*. Aus derselben Lösung wurde durch reines salzsaures Ammoniak Palladiumbichlorid-Ammoniak bereitet und mit Königswasser digerirt. Das Salz selbst wurde abgestofsen, war also diamagnetisch; das daraus durch Erhitzung in Glasröhren oder Kapseln von Berliner Porcellan dargestellte Palladium war aber magnetisch. Nach allen diesen Resultaten glaube ich, dafs das Palladium, obwohl schwach, doch wahrhaft magnetisch ist.

2383) *Arsen.* — Diefs Metall erforderte eine sehr eigenthümliche Untersuchung; selbst wenn es zwei bis drei Mal nach einander sorgfältig sublimirt worden, zeigte es Erscheinungen, die mich es manchmal zu den magnetischen, manchmal zu den diamagnetischen Körpern stellen liefsen. Aus Allem bin ich zu glauben geneigt, dafs es zu den letzteren Substanzen gehört, aber nur wenig vom Null- oder Mittelpunkt entfernt liegt. Reiner weifser Arsenik wird durch einen Magnetpol ohne weiteres aequatorial gestellt und abgestofsen.

2384) In Bezug auf die Stellung kurzer Stäbe zwischen Magnetpolen von breiten flachen Seiten mufs ich bemerken, dafs solche Stäbe sich zuweilen axial stellen und magnetisch zu seyn scheinen (*when they do not belong to that clafs*), und dafs sie von einem einzelnen Pol abgestofsen werden. Die Ursache dieser Wirkung ist bereits (2298. 2299) gegeben; man entfernt sie durch Anwendung keilförmiger oder kegelförmiger Pole.

2385) *Osmium.* — Osmiumsäure, von Hrn. Johnson, in feinen durchsichtigen Krystallen war deutlich diamagnetisch, da es abgestofsen ward. Proben von dem Metall

und dem Oxydul waren schwach magnetisch. Das Oxydul war erhalten durch Wirkung von Alkohol auf eine Lösung von Osmiumsäure, die zwei Mal mit Wasser destillirt worden; das Metall wurde für vollkommen frei von anderen Substanzen gehalten. Wahrscheinlich also gehört das Osmium zu der magnetischen Klasse.

2386) *Iridium.* — Hr. Johnson versah mich mit verschiedenen Iridiumpräparaten. Das Oxyd, Chlorid und Ammoniochlorid waren magnetisch; eben so verhielt sich eine Probe Metall. Ein anderes Stück des Metalls, das für sehr rein gehalten wurde, war gar nicht magnetisch; nach alle dem bin ich zu glauben geneigt, dafs das Iridium nicht zur magnetischen Klasse gehört.

2387) *Rhodium.* — Ein wohl geflossenes Stück dieses Metalls, von Wollaston dargestellt, war magnetisch; allein Krystalle vom Chlorid und vom Natriumchlorid des Rhodiums, von demselben Physiker dargestellt, und andere von Hrn. Johnson, waren nicht magnetisch, sondern wurden gut aequatorial gestellt. Ich schliefse deshalb, dafs das Metall wahrscheinlich nicht magnetisch ist, oder wenn es magnetisch ist, wenig vom Nullpunkt entfernt liegt.

2388) *Uran.* — Uranoxyd war nicht magnetisch, Uranoxydul schwach magnetisch. Für jetzt habe ich diefs Metall in die diamagnetische Klasse gestellt.

2389) *Wolfram.* — Das Oxyd und die Säure dieses Metalls wurden der Untersuchung unterworfen; beide stellten sich gut aequatorial. Die Säure wurde deutlich von einem einzigen Pole abgestofsen; das Oxyd schien beinahe neutral zu seyn. Hienach betrachte ich für jetzt das Wolfram als ein diamagnetisches Metall.

2390) *Silber* — ist nicht magnetisch (2291), eben so wenig eine seiner Verbindungen.

2391) *Antimon* — ist nicht magnetisch (2291), auch nicht eine seiner Verbindungen.

2392) *Wismuth* — ist nicht magnetisch (2291), auch nicht eine seiner Verbindungen. Da ich von jedem dieser drei Metalle viele Verbindungen untersucht habe, so halte

ich es für gut, an den Zusammenhang zwischen ihnen und ihren metallischen Basen zu erinnern (2370).

2393) *Natrium.* — Eine schöne grofse Kugel, einen halben Kubikzoll grofs, wurde gut abgestofsen, war also diamagnetisch.

2394) *Magnesium.* — Alle Verbindungen oder Salze dieses Metalls sind nicht magnetisch.

2395) Dasselbe gilt vom *Calcium*, *Strontium*, *Barium*, *Natrium*, *Kalium* und *Ammonium*.

2396) Aus dem Verhalten der Verbindungen sowohl als aus den directen Ergebnissen bei einigen der Metalle scheint es demnach, dafs, aufser Eisen, Nickel und Kobalt, folgende magnetisch sind: *Titan*, *Mangan*, *Cerium*, *Chrom*, *Palladium* und *Platin*. Es ist jedoch möglich, dafs es Metalle giebt, welche magnetische Kraft besitzen, aber in so schwachem Grade, wie Platin und Palladium, dafs sie in ihren Verbindungen keine Spur davon zeigen. Diefs kann der Fall seyn mit *Wolfram*, *Uran*, *Rhodium etc.*

2397) Ich habe mehre der diamagnetischen Metalle erhitzt, selbst bis zu ihrem Schmelzpunkt, aber weder in dem Charakter noch in dem Grade ihres magnetischen Verhaltens irgend eine Aenderung zu beobachten vermocht.

2398) Vielleicht mag bei einigen Metallen, deren Verbindungen gleich denen vom Eisen, Nickel und Kobalt magnetisch sind, das Erkalten einen weit höheren Grad von Kraft in ihnen erregen, als man bis jetzt von ihnen kennt. Mangan, Chrom, Cer, Titan sind in dieser Beziehung Metalle von vielem Interesse. Osmium, Iridium, Rhodium und Uran müssen mit ihnen demselben Versuch unterworfen werden.

2399) Folgendes ist ein Versuch, einige der Metalle hinsichtlich ihrer magnetischen Kraft zu ordnen. Als Null- oder Mittelpunkt ist derjenige Zustand angenommen, wo ein Metall oder eine Substanz, was Anziehung oder Abstofsung in Luft oder im Vacuo betrifft, sich indifferent verhält. Je weiter eine Substanz von diesem Punkt gestellt ist, desto entschiedener tritt seine Anziehung oder Abstofsung

gegen einen Magnet hervor. Nichts destoweniger wird diese Ordnung sehr wahrscheinlich bei fernerer sorgfältiger Beobachtung unrichtig befunden werden.

Magnetisch.	Diamagnetisch.
	Wismuth
	Antimon
	Zink
	Zinn
	Kadmium
	Natrium
Eisen	Quecksilber
Nickel	Blei
Kobalt	Silber
Mangan	Kupfer
Chrom	Gold
Cer	Arsen
Titan	Uran
Palladium	Rhodium
Platin	Iridium
Osmium	Wolfram

0°

VI. Wirkung von Magneten auf Luft und Gase.

2400) Es war unmöglich in einer Untersuchung wie die eben beschriebene vorzurücken, ohne nicht verschiedene theoretische Ansichten über die Wirkungsweise der die Erscheinungen hervorbringenden Körper zu fassen. Bei Ueberlegung dieser Ansichten war der anscheinende Mittelzustand, welchen die *Luft* zwischen magnetischen und diamagnetischen Substanzen einnahm, vom gröfsten Interesse, und es führte mich hinsichtlich ihres wahrscheinlichen Einflusses zu vielen Versuchen, welche ich jetzt kurz beschreiben will.

2401) Ein dünnes Flintglasrohr, in welches gemeine Luft hermetisch eingeschlossen war, wurde, umgeben von Luft, zwischen die Magnetpole gebracht (2249) und die Wirkung der Magnetkraft auf sie beobachtet. Die Röhre

zeigte eine schwache Neigung zur aequatorialen Stellung, herrührend von der Substanz der Röhre, in welche die Luft eingeschlossen war.

2402) Nun wurde die die Röhre umgebende Luft mehr oder weniger fortgenommen, zuletzt bis zu dem Grade als es eine gute Luftpumpe zu thun im Stande war; allein wie weit auch die Verdünnung gehen mochte, so schien doch die Röhre mit Luft genau in derselben Weise afficirt zu werden, wie wenn sie von Luft von derselben Dichte umgeben war.

2403) Nun umgab ich die Luftröhre folgweise mit Wasserstoff und Kohlensäure; allein in beiden Gasen, bei verschiedenen Graden der Verdünnung, blieb die Luft-Röhre so indifferent wie zuvor.

2404) Hieraus erhellt also, dafs zwischen dichter und lockerer Luft, auch, so weit die Versuche gehen, zwischen einem Gase oder Dampfe und einem anderen, kein merklicher Unterschied vorhanden ist.

2405) Da es nicht ganz unwahrscheinlich schien, dafs die aequatoriale und axiale Körperreihe oder deren Abstofsungen und Anziehungen von umgekehrten (*converse*) Wirkungen der die Körper umgebenden Mitteln abhängen möchten (2361), so begann ich nun zu untersuchen, was bei diamagnetischen Substanzen erfolgen würde, wenn man das Gas oder die Luft ihrer Umgebung an Dichte oder Natur verändere, oder was geschehen würde, wenn man die Luft mit solchen Körpern umgebe.

2406) Die Luft-Röhre (2401) wurde in Wasser aufgehängt, gehalten unter der Oberfläche, durch einen Wismuthwürfel, der dicht unter dem Drehpunkt daran befestigt war, also derselben keine Richtung zu geben im Stande war; dann den magnetischen Kräften ausgesetzt, nahm sie sogleich eine axiale Richtung an, wie es ein Magnet gethan haben würde. Dem einen der Pole genähert, bewegte sie sich, als die Magnetkraft entwickelt ward, und schien nach Art eines magnetischen Körpers angezogen zu werden; dieſs dauerte so lange, als man die Magnetkraft in Thätigkeit erhielt.

2407) In gleicher Weise wurde die Luftröhre der Wirkung der magnetischen Kraft ausgesetzt, als sie von Alkohol oder Terpenthinöl umgeben war; die Resultate waren genau dieselben wie beim Wasser. In allen diesen Fällen war die Wirkung der Luft in den Flüssigkeiten genau dieselbe wie die Wirkung eines magnetischen Körpers in Luft. Die Luftröhre wurde auch der Wirkung des Magnets unterworfen als sie sich unter Quecksilber befand, und auch hier stellte sie sich axial.

2408) Um die Versuche über Luft und Gase noch weiter auszudehnen, brachte ich nun diamagnetische Substanzen in dieselben. So wurde ein Stab vom schweren Glase (2253) in einer Flasche mit Luft aufgehängt und letztere mehr oder weniger verdünnt; allein, wie zuvor bei der Luftröhre (2402), hatten diese Veränderungen keinen Erfolg. Der Stab mochte in Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit oder von solcher Lockerheit, als die Luftpumpe ihr geben konnte, aufgehängt werden: sie stellte sich dennoch aequatorial, und anscheinend immer mit demselben Grade von Stärke.

2409) Die Wismuthstange (2296) wurde in derselben Flasche aufgehängt, und die Dichtigkeit der Luft wie zuvor geändert; allein diefs brachte weder in der Art, noch der Stärke nach, irgend einen Unterschied in der Wirkung des Wismuths hervor. Es wurden hierauf successiv Kohlensäure und Wasserstoffgas in die Flasche gebracht, und dieselben in verschiedenen Graden der Dichtigkeit angewandt; allein die Resultate waren dieselben. Die Wirkung des Wismuths zeigte sich nicht verändert.

2410) Ein Wismuthwürfel ward unter gewöhnlichem Druck in Luft und verschiedenen Gasen aufgehängt, möglichste Verdünnung hervorgebracht, alsdann dem einen Magnetpol genähert und seine Abstofsung beobachtet; seine Wirkung war in allen diesen Fällen genau dieselbe wie in der Atmosphäre.

2411) Der Kupferstab (2323) ward senkrecht neben dem Magnetpol *im Vacuo* aufgehängt; allein sein Stellen,

träges Bewegen und Zurückgehen war genau so wie zuvor in der Luft (2324).

2412) Röhren (2401), enthaltend respective ein Vacuum, Luft, Wasserstoff, Kohlensäuregas, schwefligsaures Gas und Aetherdampf, wurden mit Wasser umgeben und dann der Magnetkraft ausgesetzt; sie alle stellten sich axial, und so weit ich wahrnehmen konnte mit gleicher Kraft. In Alkohol gebracht, trat derselbe Erfolg ein.

2413) Dieselben Präparate, von Luft oder Kohlensäuregas umgeben, stellten sich aequatorial.

2414) Die axiale Stellung der Röhren in der Flüssigkeit (2412) hängt ohne Zweifel von der Beziehung des Inhalts der Röhre zum umgebenden Medium ab; denn was die Substanz der Röhre betrifft, so würde sie allein eine aequatoriale Lage zu geben getrachtet haben. Bei den anderen Versuchen (2413), wo die mit Gasen gefüllten Röhren von Gasen umgeben waren, rührt die aequatoriale Stellung von diesem Effect des Glases der Röhre her, und dafs dieses seine schwache Wirkung, ungestört von allen Variationen der Gase und Dämpfe, constant ausübt, ist ein Beweis, wie gleich und wie indifferent die letzteren zu einander sind.

2415) Ich hing eine Röhre voll flüssiger schwefliger Säure in schwefligsaurem Gase auf; unter dem Einflufs des Magneten stellte sich die Flüssigkeit gut aequatorial. Ich umgab flüssige salpetrige Säure mit gasförmiger salpetriger Säure; die Flüssigkeit stellte sich ebenfalls aequatorial. Ich brachte flüssigen Aether in Aetherdampf, und auch hier stellte sich die Flüssigkeit aequatorial. Als dagegen eine Röhre mit Aetherdampf in flüssigem Aether aufgehängt ward, stellte der Dampf sich axial.

2416) Bei jeder Art und Form des Versuchs nehmen also die Gase und Dämpfe eine mittlere Lage zwischen den magnetischen und diamagnetischen Körpern ein. Was für chemische oder andere Eigenschaften die Gase auch haben mögen, wie verschieden im specifischen Gewichte oder im Grade der Verdünnung sie auch seyn mögen, so

sind sie doch alle in ihrem magnetischen Verhalten einander gleich, und anscheinend einem vollkommenen Vacuum aequivalent. Körper, welche ausgezeichnet diamagnetisch sind, verlieren sogleich alle Spuren dieser Eigenschaft, so wie sie dampfförmig werden (2415). Es würde ungemein interessant seyn zu wissen, ob ein Körper aus der magnetischen Klasse, z. B. Eisenchlorid, dieselbe Veränderung erleide.

VII. Allgemeine Betrachtungen.

2417) Dieſs sind die Thatsachen, welche nebst denen beim Licht eine für uns neue magnetische Wirkung oder Beschaffenheit der Materie darthun. Unter dieser Wirkung stellt sich ein längliches Stück einer solchen Materie gewöhnlich (2253. 2384) winkelrecht gegen die Linien der Magnetkraft, und diese Erscheinung kann auf die einfachere einer Abstoſsung der Materie durch beide Magnetpole zurückgeführt werden. Die Stellung des länglichen Stücks oder die Abstoſsung der ganzen Masse dauert so lange als die Magnetkraft unterhalten wird, und hört mit deren Verschwinden auf.

2418) Bei Wirkung dieser Kraft kann der bewegte Körper entweder *längs* den magnetischen Linien oder *quer* gegen dieselben fortgeführt werden, längs und quer in beiden Richtungen. So läſst sich bewirken, daſs zwei Stücke der Materie, die gleichzeitig dieser Kraft unterworfen werden, einander näheren, wie wenn sie sich anzögen, oder von einander entfernen, wie wenn sie sich abstieſsen. Alle Erscheinungen kommen darauf zurück, daſs ein Stück solcher Materie, wenn es der magnetischen Wirkung unterliegt, von stärkeren zu schwächeren Orten oder Punkten zu gehen sucht. Ist die Substanz auf allen Seiten von magnetischen Linien gleicher Kraft umgeben, so bewegt sie sich nicht, in auffallendem Gegensatz zu einem linearen elektrischen Strom unter denselben Umständen.

2419) Diese Erscheinung ist neu, nicht nur in sofern als der Magnet auf früher für indifferent gegen seinen Ein-

flufs gehaltene Körper einwirkt, sondern sie ist neu, weil sie uns eine zweite Art der Wirkungsweise der Magnetkraft kennen lehrt. Diese beiden Arten stehen in derselben allgemeinen antithetischen Relation zu einander, wie das Positive und Negative bei der Elektricität, wie Nordheit und Südheit (*northneſs and southneſs*) bei der Polarität, oder wie elektrische und magnetische Linien bei der Magneto-Elektricität. Die diamagnetischen Phänomene sind um so wichtiger, als sie den Charakter von Dualität, welcher im gewissen Grade schon von der Magnetkraft bekannt war, bedeutend und in neuer Richtung erweitern.

2420) Die Materie scheint der Magnetkraft eben so allgemein unterworfen zu seyn, als sie es der Schwerkraft, den elektrischen, den chemischen oder cohäsiven Kräften ist. Denn, was nicht in der Weise der gewöhnlichen magnetischen Wirkung von ihr ergriffen wird, wird es in der zuvor von mir beschriebenen Weise, sobald die Materie den starren oder flüssigen Zustand besitzt. Hienach scheinen die Substanzen in zwei grofse Abtheilungen zu zerfallen, in die magnetischen und in die, welche ich diamagnetische genannt habe. Zwischen diesen beiden Klassen ist der Contrast, obwohl im Grade verschieden, so grofs und direct, dafs wenn eine Substanz aus der einen Klasse angezogen wird, eine aus der anderen abgestofsen wird, und dafs wenn ein Stab aus der einen eine gewisse Lage annimmt, ein Stab aus der anderen sich rechtwinklich darauf stellt.

2421) Bis jetzt habe ich noch keinen einfachen starren oder flüssigen Körper gefunden, der vollkommen neutral wäre, d. h. in der Luft weder angezogen noch abgestofsen würde. Für die Betrachtung der magnetischen Wirkung würde es wahrscheinlich wichtig seyn zu wissen, ob eine in der Natur vorkommende einfache Substanz diese Neutralität im starren oder flüssigen Zustand besitze. Unter den zusammengesetzten oder gemischten Körpern kann es deren viele geben; und da es für den Fortschritt der Experimental-Untersuchung wichtig seyn kann, will ich die

Principien beschreiben, nach welchen ich eine solche Substanz bereitet habe, wenn sie als umgebendes Mittel erforderlich wurde.

2422) Es ist klar, dafs die Eigenschaften der magnetischen und diamagnetischen Körper hinsichtlich ihrer dynamischen Wirkungen einander entgegengesetzt sind, und dafs deshalb durch eine gehörige Mischung von Körpern aus beiden Klassen eine Substanz von jedem intermediären Grad von Beschaffenheit erhalten werden kann. Schwefelsaures Eisenoxydul gehört zu der magnetischen Klasse, Wasser zu der diamagnetischen. Bei Anwendung dieser Substanzen fand ich, dafs es leicht sey, eine Lösung darzustellen, die, in der Luft, weder angezogen, noch abgestofsen, noch gerichtet ward. Wird sie in Bezug auf das Eisen etwas verdünnter gemacht, so stellt sie sich axial im Wasser, aber aequatorial in der Luft; und durch Zusatz von mehr Eisenvitriol oder mehr Wasser läfst sie sich mehr und mehr in die magnetische oder in die diamagnetische Klasse bringen.

2423) So erhält man ein *flüssiges* Medium, welches practisch, so weit ich sehen kann, jeden magnetischen Charakter besitzt, und als ein Gas, selbst als ein Vacuum wirkt. Da wir sowohl magnetisches als diamagnetisches Glas haben (2354), so ist es offenbar möglich, eine *starre* Substanz zu bereiten, welche denselben neutralen magnetischen Charakter besitzt.

2424) Beim gegenwärtigen unvollkommenen Zustand unserer Kenntnisse würde die Aufstellung einer allgemeinen Liste der Substanzen etwas sehr Voreiliges seyn. Die untenstehende hat daher blofs den Zweck, eine Idee zu geben, welche sonderbare Anordnung die Körper hinsichtlich der magnetischen Kraft erhalten, und um mich später darauf zu beziehen:

Eisen
Nickel
Kobalt
Mangan
Palladium

Kronglas
Platin
Osmium
0° Luft und Vacuum
Arsen
Aether
Alkohol
Gold
Wasser
Quecksilber
Flintglas
Zinn
Schweres Glas
Antimon
Phosphor
Wismuth.

2425) Sehr interessant ist es zu bemerken, dafs die Metalle an den Enden der Reihen stehen, und unter allen Körpern einander hinsichtlich ihrer magnetischen Beschaffenheit am entgegengesetzten sind. Auch ist es ein sehr merkwürdiger Umstand, dafs diese Abweichungen (*differences and departures*) vom Mittelzustand in den Metallen an beiden Enden, Eisen und Wismuth, mit einem geringen Leitungsvermögen für Elektricität verknüpft sind. Zugleich mufs sich der *Contrast* beider Metalle rücksichtlich ihrer faserigen und körnigen Beschaffenheit, ihrer Schmiedbarkeit und Spröde, aufdrängen, wenn man über den möglichen Zustand ihrer Molecüle während der Einwirkung der Magnetkraft nachdenkt.

2426) In Bezug auf die Metalle und die nicht zu dieser Klasse gehörigen diamagnetischen Körper (2286) ist es befriedigend, auf die Frage wegen der Meinung, dafs alle Körper magnetisch seyen wie das Eisen, eine nicht blofs negative Antwort geben zu brauchen, sondern positive Beweise zu haben, dafs sie sich in einem anderen und entgegengesetzten Zustand befinden, und im Stande sind, einen sehr bedeutenden Grad von Magnetkraft aufzuwägen (2448).

2427) Wie schon angegeben, ist die Magnetkraft in ihrer Wirkung auf Körper der magnetischen und diamagnetischen Klasse so schlagend verschieden, dafs sie die einen anzieht, wenn sie die anderen abstöfst; und diefs wissen wir nicht anders zu erklären, als durch eine Wirkung auf die Theilchen oder die Masse der Substanzen, welche sie in einen anderen Zustand versetzt. Unter diesem Gesichtspunkt ist es sehr auffallend, die Resultate mit denen, welche ein polarisirter Lichtstrahl darbietet, zu vergleichen, besonders da sich dann eine merkwürdige Verschiedenheit herausstellt. Denn wenn aus beiden Klassen durchsichtige Körper genommen werden, z. B. schweres Glas oder Wasser aus der diamagnetischen, grünes Glas oder Eisenvitriol-Lösung aus der magnetischen, so wird eine gegebene Magnetkraftlinie die Abstofsung der einen und die Anziehung der anderen veranlassen; allein diese selbe Kraftlinie, welche die Theilchen so verschiedenartig afficirt, wirkt auf den durch sie gehenden polarisirten Strahl genau auf gleiche Weise in beiden Fällen; denn die beiden Körper drehen ihn in derselben Richtung (2160. 2199. 2244).

2428) Diese Betrachtung wird noch wichtiger, wenn wir sie verknüpfen mit den diamagnetischen und den optischen Eigenschaften der Körper, welche einen polarisirten Strahl drehen. So werden eine Eisenlösung und ein Quarzstück, welches auf einen Lichtstrahl drehend wirkt, beide durch den Einflufs *einer selben* Magnetkraftlinie gerichtet, die erstere axial, der andere aequatorial; allein die Drehung, welche diese zwei Körper dem Lichtstrahl einprägen, so weit sie unter dem Einflufs derselben Magnetkraft stehen, ist *dieselbe* für beide. Ferner ist diese Drehung ganz unabhängig von der des Quarzes und ihr in einem sehr wesentlichen Punkt ganz unähnlich; denn für sich kann der Quarz den Strahl nur in Einer Richtung drehen; allein unter dem Einflufs der Magnetkraft vermag er ihn sowohl rechts als links zu drehen, je nach dem Lauf des Strahls (2231. 2232). Nimmt man zwei Stücke Quarz (oder zwei Röhren mit Terpenthinöl), welche den Lichtstrahl *entgegen*gesetzt drehen, so wirkt die *zusätzliche* Drehkraft, welche sie unter der

Herrschaft des Magnetismus erlangen, immer in *gleicher* Richtung, und diese Richtung kann in beiden Quarzen nach der Rechten oder Linken gehen. Während alle dieſs bleibt aber der *Contrast* zwischen dem Quarz, als diamagnetischem Körper, und der Eisenlösung, als einem magnetischen, ungestört bestehen. Gewisse, aus diesen Contrasten entsprungene Betrachtungen in Betreff eines Lichtstrahls, die sich mir aufgedrängt haben, hoffe ich der K. Gesellschaft vorzulegen, wenn es die Zeit mir erlaubt haben wird, sie dem Experiment zu unterwerfen.

2429) Eine Erklärung der Bewegungen diamagnetischer Körper und all der dynamischen Erscheinungen, die aus der Wirkung der Magnete auf sie entspringen, möchte sich in der Annahme darbieten, dafs die magnetische Induction in ihnen einen entgegengesetzten Zustand hervorruft, wie er in magnetischen Körpern erzeugt wird, d. h. dafs wenn man von jeder Körperart ein Theilchen in das magnetische Feld brächte, beide magnetisch würden, und jedes seine Axe parallel der durch sie hingehenden magnetischen Resultante stellte, doch mit dem Unterschied, dafs die Theilchen des magnetischen Körpers ihre Nord- und Südpole den entgegengesetzten Polen des inducirenden Magneten zuwendeten, die Theilchen des diamagnetischen aber es umgekehrt machten. Daraus würde dann eine Näherung des einen Körpers und ein Zurückweichen des anderen erfolgen.

2430) Nach Ampère's Theorie würde diese Annahme damit übereinkommen, dafs, während in Eisen und dergleichen magnetischen Körpern Ströme parallel mit den im inducirenden Magnet oder galvanischen Apparat vorhandenen inducirt werden, im Wismuth, schweren Glase und den übrigen diamagnetischen Körpern Ströme von entgegengesetzter Richtung aufträten. Dieſs würde den Strömen in diamagnetischen Körpern gleiche Richtung geben mit denen, welche zu *Anfange* des inducirenden Stroms in diamagnetischen Leitern inducirt werden, und den in magnetischen Körpern gleiche mit denen, welche beim *Aufhören* desselben inducirenden Stromes entstehen. Hinsichtlich nicht-

lei-

leitender magnetischer und diamagnetischer Substanzen würde keine Schwierigkeit entspringen, weil die hypothetischen Ströme nicht in der Masse, sondern ringsum die Theilchen der Substanz angenommen werden.

2431) So weit die Erfahrung bis jetzt reicht, scheint es, dafs die bekannten Inductions-Effecte auf Massen von magnetischen und diamagnetischen Metallen *dieselben* sind. Wenn ein gerader Eisenstab quer durch die Magnetkraftlinien geführt, oder ein gerader oder schraubenförmiger Stab oder Draht vor einem in Thätigkeit gerathenden (Elektro-) Magnet gehalten wird, so werden elektrische Ströme inducirt, welche sich durch den Stab oder Schraubendraht in gewissen bestimmten Richtungen bewegen (38. 114 etc.). Wendet man unter denselben Umständen einen Stab oder Schraubendraht von Wismuth an, so werden ebenfalls Ströme inducirt, und genau in derselben Richtung wie im Eisen. Es ist also hier in der Richtung des inducirten Stroms kein Unterschied vorhanden, und kein sehr grofser in seiner Kraft, kein solcher in der That als zwischen den in einem dieser Metalle und einem nahe vom Neutralpunkt (2399) inducirten Strömen existirt. Dennoch ist zwischen den Bedingungen des Experiments und des hypothesischen Falls der Unterschied geblieben, dafs in dem ersteren die Induction durch Ströme in der Masse auftritt, während in den letzteren, d. h. in den speciell magnetischen und diamagnetischen Effecten, die Ströme, wenn sie existiren, wahrscheinlich die Theilchen der Materie umkreisen.

2432) Das magnetische Verhalten der luftförmigen Körper ist ungemein merkwürdig. Dafs Sauerstoff oder Stickstoff in der Mitte zwischen der magnetischen und diamagnetischen Klasse steht; dafs er die Stelle einnimmt, die *kein* starrer oder flüssiger Körper einnehmen kann; dafs er sein Verhalten bei keinem möglichen Grade von Verdünnung ändert, selbst wenn der von ihnen eingenommene

Raum in ein Vacuum übergeht; dafs dasselbe mit allen übrigen Gasen oder Dämpfen der Fall ist; dafs sie nicht an einem Ende, sondern gerade in der Mitte der grofsen Körperreihe stehen, und dafs sie alle, von dem lockersten, dem Wasserstoff, bis zum dichtesten, der Kohlensäure, dem schwefligsauren Gas und dem Aetherdampf, sich gleich verhalten, sind so auffallende Erscheinungen, dafs sie glauben lassen, die Luft müsse in der physikalischen und terrestrischen Anordnung der Magnetkräfte eine grofse und vielleicht thätige Rolle spielen.

2433) Einst glaubte ich, Luft und Gase, als Körper, die sich ohne Zusatz verdünnen lassen, würden dabei entsprechende Veränderungen in ihren magnetischen Eigenschaften zeigen, allein nun scheint die Verdünnung all solche Kraft verloren zu haben. Es ist zwar leicht ein flüssiges Medium darzustellen, welches mit anderen Körpern nach Art der Luft wirkt (2422), allein es verhält sich doch nicht wahrhaft wie diese; es erlaubt keine Verdünnung, denn setzt man Wasser oder irgend eine solche Substanz hinzu, so fügt man diamagnetische Kraft zu der Flüssigkeit; und wenn es möglich wäre, dasselbe in Dampf zu verwandeln und somit durch Wärme auszudehnen, so würde es in die Klasse der Gase übergehen und magnetisch nicht von dem Uebrigen zu unterscheiden seyn.

2434) Sehr merkwürdig ist auch das anscheinende Verschwinden des magnetischen Zustands und Effects beim Uebergange der Körper in den Dampf- oder Gaszustand, verglichen mit dem gleichzeitigen Verhalten zum Licht; denn bis jetzt ist noch von keinem Gase oder Dampf ein magnetischer Einfluſs auf den polarisirten Lichtstrahl nachgewiesen, selbst nicht mit Hülfe von Kräften, die mehr als hinreichten eine solche Wirkung bei flüssigen und starren Körpern darzuthun.

2435) Zu entscheiden, ob die negativen Resultate bei Gasen und Dämpfen davon herrühren, dafs in einem gegebenen Volum eine kleinere Menge Materie vorhanden ist, oder ob sie directe Folgen des geänderten physischen

Zustandes der Substanz seyen, ist ein Punkt von grofser Wichtigkeit für die Theorie des Magnetismus. Ich habe hiezu einen Versuch mit Hrn. Cagniard de la Tour's Aether-Röhren erdacht, fürchte aber bei seiner Ausführung grofse Schwierigkeiten anzutreffen, hauptsächlich wegen der Stärke, und also der Masse, welche für die Röhre nöthig ist, um der Expansion des eingeschlossenen erhitzten Aethers zu widerstehen.

2436) Vermöge ihres merkwürdigen Zustandes und ihres Verhaltens zu Körpern der magnetischen und diamagnetischen Klasse stellt die Luft sich aequatorial in den ersteren und axial in den letzteren. Wenn der Versuch diese Resultate unter der Form von Anziehung und Abstofsung darstellt, bewegt sich die Luft, wie wenn sie in einem magnetischen Medium abgestofsen und in einem diamagnetischen angezogen würde. Hienach scheint es, wie wenn die Luft verglichen mit diamagnetischen Körpern magnetisch, und verglichen mit magnetischen Körpern diamagnetisch wäre.

2437) Diese Resultate habe ich als erklärt angesehen durch die Annahme, dafs Wismuth und seine Gefährten absolut abgestofsen werden von den Magnetpolen, und dafs sie eben so abgestofsen werden würden, wenn nichts anderes als der Magnet und das Wismuth an den Erscheinungen Theil nähme. So ist auch bei dem Eisen und ähnlichen Metallen die Anziehung als das directe Resultat der gegenseitigen Anziehung zwischen ihnen und dem Magnete angesehen; ferner sind diese Wirkungen als hinreichend erachtet, um das axiale und aequatoriale Stellen der Luft, so wie die scheinbare Anziehung und Abstofsung derselben zu erklären; und der Effect in diesen Fällen wurde als Folge davon angesehen, dafs die Luft in die Lagen wandert, welche die magnetischen und diamagnetischen Körper zu verlassen trachten.

2438) Die Erscheinungen bei der Luft sind jedoch in allen diesen Fällen genau dieselben, welche mit Eisenlösungen von verschiedener Stärke (2365) erhalten wurden, wo alle Körper zu den magnetischen gehörten, und der

Effect offenbar von dem gröſseren oder geringeren Grade von Magnetkraft der Lösungen herrührte. Eine verdünnte Lösung stellte sich in einer concentrirten aequatorial, und ward gleich einem diamagnetischen Körper abgestoſsen, nicht weil er nicht durch Anziehung zu einer axialen Stellung strebte, sondern weil er zu dieser Stellung mit geringerer Kraft strebte als die umgebende Materie; demnach drängt sich die Frage auf, ob die magnetischen Körper innerhalb Luft die Abstoſsung und die Neigung zu der aequatorialen Stellung aus einem anderen Grunde erfahren, als daſs die Luft magnetischer als sie ist und eine axiale Stellung einzunehmen sucht. Leicht begreiflich ist, daſs wenn alle Körper in verschiedenem Grade magnetisch wären, sie eine einzige Reihe bildeten, in deren Mitte die Luft stände, die Erscheinungen gerade so seyn würden wie sie sind. Jeder Körper aus dem mittleren Theil der Reihe würde sich in Körpern über ihm aequatorial, und in Körpern unter ihm axial stellen; denn eine Substanz, die, wie Wismuth, von einem starken Punkt der Wirkung zu einem schwächeren geht, kann es nur thun, weil die andere Substanz, welche schon an dem Ort der schwachen Wirkung ist, an den Ort der stärkeren Wirkung zu kommen trachtet; gerade wie bei der elektrischen Induction die Körper, die am geeignetsten sind die Kraft fortzuführen, in die kürzeste Wirkungslinie gezogen werden. Und so wird Luft in Wasser und selbst unter Quecksilber zum Magnetpol gezogen, oder scheint es zu werden.

2439) Wenn aber dieſs die richtige Ansicht ist, die Luft wirklich unter den Körpern in der Mitte steht, so wäre zu erwarten, daſs sie bei Verdünnung ihre Stelle änderte, mehr diamagnetisch würde. Wenn dieſs der Fall wäre, müſsten Körper, die bei einem Grade von Verdünnung der Luft sich in ihr aequatorial stellten, bei einem anderen Grad auch ihren Ort ändern und zuletzt sich axial stellen; allein dieſs thun sie nicht; die verdünnte Luft mag mit magnetischen oder diamagnetischen Körpern, oder selbst mit dichterer Luft verglichen werden: sie bleibt auf ihrer Stelle.

2440) Eine solche Ansicht würde auch den bloſsen Raum magnetisch machen, und zwar genau in demselben Grade wie Luft oder Gase. Nun kann es zwar ganz wohl seyn, daſs der Raum, die Luft und die Gase eine gleiche allgemeine Relation zur magnetischen Kraft besitzen; allein es scheint mir doch eine neue starke Voraussetzung, sie lieber alle als absolut magnetisch und in der Mitte der Körperreihe stehend zu betrachen, als anzunehmen, sie befinden sich im Normal- oder Nullzustand. Für jetzt bin ich daher zu der früheren Ansicht geneigt, als zu der, daſs die diamagnetischen Körper eine specifische, von der gewöhnlichen magnetischen antithetisch verschiedene Wirkung besitzen, und daſs sie uns deshalb eine neue magnetische Eigenschaft offenbart haben.

2441) Die Stärke dieser Kraft in diamagnetischen Körpern scheint sehr gering zu seyn, wenn wir sie nach ihrem dynamischen Effect beurtheilen; allein die Bewegung, welche diese Kraft erzeugen kann, ist vielleicht nicht das auffallendste Maaſs derselben, vielmehr ist es wahrscheinlich, daſs wenn wir sie näher kennen lernen, auch andere Effecte, Anzeigen und Maaſse, als die in diesem Aufsatz so unvollkommen beschriebenen, zu unserer Kenntniſs gelangen, und daſs selbst neue Klassen von Erscheinungen dazu dienen werden, sie und ihre Thätigkeit zu offenbaren. Wie auffallend ist nicht die schwache Kraft eines leeren Schraubendrahts im Vergleich zu der aufserordentlichen, die sie einem Stück weichen Eisens verleiht. So können wir auch hier uns Hoffnung machen auf eine analoge Entfaltung dieser bis jetzt noch so neuen Kraft. Da sie Naturkörpern gegeben ist, so kann nicht einen Augenblick angenommen werden, daſs sie überflüssig, oder unzulänglich oder unnöthig sey. Ohne Zweifel hat sie ihren angewiesenen Zweck, und zwar in Bezug auf die gesammte Erdkugel; und wahrscheinlich ist wegen ihrer Beziehung zu der gesammten Erde ihre Stärke nothwendig so gering (um so zu sagen) in den Portionen der Materie, die wir handhaben und dem Versuch unterwerfen. Obschon klein, wie

viel gröfser ist doch nicht diese Kraft, selbst in ihren dynamischen Effecten, als z. B. die mächtige Gravitationskraft, welche das Universum zusammenhält, wenn sie sich in Massen von derselben Gröfse äufsert!

2442) Mit der vollen Ueberzeugung, dafs der Nutzen dieser Kraft in der Natur späterhin dargethan, und sie sich nicht nur als wichtig, sondern auch wesentlich erweisen werden wird, will ich einige flüchtige Bemerkungen aussprechen.

2443) Die Materie kann nicht von den magnetischen Kräften ergriffen werden, ohne nicht ihrerseits einen Einfluſs auf diese Kräfte auszuüben. Die bloſse Beobachtung kann uns überzeugen, dafs wenn ein Magnet auf ein Stück weichen Eisens wirkt, das Eisen selbst vermöge des Zustands, in den seine Theilchen gerathen, die Kraft zu entfernten Punkten fortführt, und derselben in der auffallendsten Weise Richtung und Concentration verleiht. So mag auch hier der Zustand, welchen die Theilchen der dazwischenliegenden diamagnetischen Substanzen annehmen, gerade das seyn, was die Kraft fortführt und durch sie hinleitet. In früheren Aufsätzen (1161 etc.) [1]) habe ich eine auf die Wirkung anliegender Theilchen gegründete Theorie der elektrischen Vertheilung aufgestellt, mit welcher ich gegenwärtig zufriedener bin als damals; ich wagte damals zu vermuthen, dafs wahrscheinlich die Seitenwirkung der elektrischen Ströme, welche der elektrodynamischen oder *magnetischen* Action aequivalent ist, auch in ähnlicher Weise auswärts geführt werde (1663. 1710. 1729. 1735). Damals konnte ich keinen besonderen Zustand der Zwischensubstanz oder diamagnetischen Materie entdecken; allein jetzt, da wir im Stande sind eine solche Wirkung zu erkennen, eine Wirkung, die in Körpern von so *ungleicher* Beschaffenheit so *gleich* in ihrer Natur ist, und dadurch im Charakter so gleich der Weise, in welcher die Magnetkraft alle Arten von Körpern durchdringt, und die zugleich in ihrem Daseyn

1) *Philosoph. Transact.*, 1838, *Pt. I.* (Annalen, Bd. 46, S. 1.)

eben so universell als in ihrer Wirkung ist, jetzt, da gezeigt worden, dafs diamagnetische Körper keine indifferente sind, setze ich mehr Vertrauen in jene Vermuthung, und möchte fragen, ob es nicht die Wirkung der anliegenden oder zunächst folgenden Theilchen sey, wodurch die Magnetkraft fortgeführt wird, und ob nicht der eigenthümliche Zustand, welchen die diamagnetischen Körper unter Einflufs der magnetischen Kraft erlangen, eben das sey, durch welches die Fortpflanzung dieser Kraft geschieht?

2444) Was für eine Ansicht wir von den starren und flüssigen Substanzen fassen, ob wir sie als zwei Klassen oder eine einzige grofse magnetische Klasse bildend (2424. 2437) ansehen, wird, so weit ich sehen kann, die Frage nicht berühren. Sie alle sind dem Einflufs der durch sie hingehenden Magnetkraftlinien unterworfen; und der virtuelle Unterschied in der Eigenschaft und dem Charakter wird bei zwei von verschiedenen Orten der Reihe (2424) genommenen Substanzen derselbe seyn; denn es ist die differentielle Relation dieser beiden, was ihre gegenseitige Effecte bedingt.

2445) Es ist nur die Gruppe, welche Luft, Gase, Dämpfe und selbst ein Vacuum einschliefst, die eine Schwierigkeit darbietet; allein hier ist solch eine wundervolle Aenderung in der physischen Constitution der Körper, und in gewisser Beziehung sind so hohe Kräfte in ihnen enthalten (*retained by them*), während andere zu verschwinden scheinen, dafs wir fast vermuthen möchten, es werde in Bezug auf eine so universelle Kraft wie die magnetische ein besonderer Zustand angenommen. Die elektrische Vertheilung, eine Wirkung in die Ferne, ändert sich genugsam unter starren und flüssigen Körpern; allein wenn sie in Luft oder Gasen zur Ausübung kommt, wo sie sich am deutlichsten zeigt, ist sie in allen von gleichem Betrage (1292), auch ändert sie sich nicht dem Grade nach in der Luft, wie dicht oder locker diese auch sey (1284). Nun kann die magnetische Wirkung als eine blofse Function der elektrischen Kraft betrachtet werden, und es sollte mich nicht wundern, wenn

es sich fände, dafs sie der letzteren in ihrer besonderen Beziehung zu Luft, Gasen etc. entspräche.

2446) In Bezug auf die Art, in welcher die elektrische Kraft, die statische wie die dynamische, von Theilchen zu Theilchen, wenn diese von einander entfernt sind, oder durch ein Vacuum geführt zu werden vermag, habe ich dem früher Gesagten (1614 etc.) nichts hinzuzufügen. Die Annahme, dafs diefs möglich sey, kann für die, welche sich bemüht haben die Strahlung und Leitung der Wärme unter ein Princip der Wirkung zusammenzufassen, nichts Bedenkliches haben.

2447) Betrachten wir den magnetischen Zustand der Erde als Ganzes, ohne Rücksicht auf ihre mögliche Beziehung zur Sonne, und erwägen, welche ungeheure Massen von diamagnetischen Substanzen ihre Kruste bilden; bedenken wir ferner, dafs magnetische Curven von gewissem Kraftbetrage und universellem Daseyn durch diese Substanzen gehen, und sie beständig in dem Zustand von Spannung und deshalb von Wirkung erhalten, welchen ich genügend dargelegt zu haben hoffe, so dürfen wir nicht zweifeln, dafs dadurch für dieses System und für uns, seine Bewohner, ein grofser Zweck des Nutzens erfüllt ist, den zu ergründen wir nun das Vergnügen haben werden.

2448) Von den Substanzen, aus denen die Erdkruste besteht, gehört bei weitem der gröfste Theil zu der diamagnetischen Klasse; und obwohl eisenhaltige und andere magnetische Substanzen, als kräftiger in ihren Wirkungen, auch auffallendere Erscheinungen hervorbringen, so würde es doch übereilt seyn anzunehmen, dafs sie deshalb die Wirkung der ersteren Körper gänzlich überwältigten. Was das Weltmeer, die Seen und Flüsse, so wie die Atmosphäre betrifft, so wird deren eigenthümliche Wirkung fast durch keine der in ihnen enthaltene magnetische Substanz abgeändert werden, und, was Felsen und Gebirge anlangt, so ist deren diamagnetischer Einflufs vielleicht gröfser als man vermuthet. Ich erwähnte, dafs ich durch Ajustirung von Wasser und einem Eisensalz eine in der Luft unwirk-

same Lösung erhielt (2422), d. h. es wurde durch gehörige Verknüpfung der Kräfte eines Körpers von jeder Klasse, Wasser und Eisensalz, die magnetische Kraft des letzteren durch die diamagnetische des ersteren gänzlich aufgehoben, und die Mischung ward weder angezogen, noch abgestofsen. Um diese Wirkung hervorzubringen, war ein Zusatz von mehr als 48,6 Gran krystallisirten Eisenvitriols zu zehn Kubikzoll Wasser erforderlich (denn dieses Verhältnifs giebt noch eine Lösung, die sich aequatorial stellt), eine so bedeutende Menge, dafs ich sehr erstaunte, als ich die Kraft des Wassers dieselbe überwältigen sah. Es ist daher nicht ganz unwahrscheinlich, dafs viele der Massen, aus denen die Erdkruste besteht, einen Ueberschufs von diamagnetischer Kraft besitzen und demgemäfs wirken.

2449) Obgleich die allgemeine Anordnung der magnetischen Curven, welche unsere Erdkugel durchdringen und umgeben, denen eines sehr kurzen Magnets ähnelt, und deshalb Kraftlinien von rascher Divergenz in ihrer allgemeinen Form erzeugt, so verhindert uns doch die Gröfse des Systems irgend eine Abnahme der Kraft innerhalb kleiner Gränzen zu beobachten, so dafs ein Versuch, das Streben der Substanzen von stärkeren zu schwächeren Wirkungsstellen überzugehen, an der Erdoberfläche sichtbar zu machen, wahrscheinlich fehlschlagen würde. Der Theorie nach und auf den ersten Blick dünkt mich, mufs ein Pfund Wismuth oder Wasser, gewägt am Aequator, wo die magnetische Neigung Null ist, an Gewicht verlieren, wenn sie in Breiten versetzt wird, wo eine beträchtliche Neigung herrscht; dagegen ein Pfund Eisen, Nickel oder Kobalt unter demselben Wechsel von Umständen an Gewicht zunehmen. Sollte diefs wirklich der Fall seyn, so würde der Balken einer empfindlichen Wage, an dessen beiden Enden eine Eisen- und eine Wismuthkugel hängen, verschiedene Neigungen an der Erdoberfläche annehmen; und es scheint nicht ganz unwahrscheinlich, dafs nach solch einem Princip ein Instrument zur Messung einer der Bedingungen der erdmagnetischen Kraft construirt werden könnte.

2450) Wenn man über die Wirkung des ganzen Curvensystems auf sehr grofse Massen von Gestalt einer Platte oder eines Ringes nachdenkt, so ergiebt sich aus der Analogie mit dem magnetischen Feld, dafs sie sich aequatorial stellen werden. Wäre der Saturn ein Magnet, wie es die Erde ist, und sein Ring bestände aus diamagnetischen Substanzen, so würden die magnetischen Kräfte ihn diejenige Lage zu geben suchen, welche er wirklich besitzt.

2451) Es ist ein sonderbarer Anblick, ein Stück Holz oder Fleisch, einen Apfel oder eine Flasche mit Wasser vom Magneten abgestofsen oder ein zwischen den Polen aufgehängtes Baumblatt sich aequatorial stellen zu sehen. Ob in der Natur unter den Myriaden von Gestalten, die an allen Theilen der Erdoberfläche von Luft umgeben und den Magnetkraftlinien ausgesetzt sind, ähnliche Wirkungen vorkommen, ist eine Frage, die nur durch künftige Beobachtungen beantwortet werden kann.

2452) Vom Innern der Erde wissen wir nichts, aber wir haben viele Gründe zu glauben, dafs es eine hohe Temperatur besitze. In dieser Vermuthung habe ich neuerlich bemerkt, dafs in einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche die magnetischen Substanzen ihres Vermögens, Magnetismus zu behalten oder mittelst Induction durch Ströme in der Kruste oder sonst wie magnetisch zu werden, gänzlich beraubt seyn müssen [1]). Diefs ist offenbar ein Irrthum. Zwar ist vermuthlich richtig, dafs das Eisen u. s. w. von selbst keinen magnetischen Zustand behalten kann; allein es ist nun bewiesen, dafs die magnetischen Metalle und alle ihre Verbindungen bis zu einem gewissen Grad bei jeder Temperatur die Fähigkeit, durch Induction magnetisch zu werden, behalten (§2344 etc). Die in der Tiefe liegenden magnetischen Massen der Erde sind, obwohl sie wahrscheinlich für sich keinen Centralmagnet bilden, doch gerade in dem Zustand, um als ein Kern von weichem Eisen gegen die sie umkreisenden Ströme oder gegen andere inducirende Actionen zu wirken, und sehr wahrscheinlich

1) *Phil. Magazine*, 1840, *Vol. XXVII*, *p.* 3. (Ann., Bd. 65, S. 643.)

sind sie in dieser Beziehung höchst wichtig. Was unter dem Einfluſs solcher inductiver Kräfte der Effect des diamagnetischen Theils seyn möge, läſst sich nicht sagen; allein so weit meine Betrachtungen reichen, wird die Kraft solcher Substanzen nicht durch Hitze geschwächt (2397).

2453) Wenn die Sonne irgendwie mit dem Magnetismus der Erde zu schaffen hat, so wird wahrscheinlich ein Theil ihrer Wirkung durch das Licht bedingt, welches wir von ihr empfangen. In dieser Vermuthung scheint die Luft, welche unsere Erde umgiebt, eine höchst beachtenswerthe Stellung einzunehmen, indem sie eine durchsichtige diamagnetische Hülle bildet, die zugleich für die Strahlen durchgänglich ist, und sich quer gegen sie mit groſser Schnelligkeit bewegt. Solche Bedingungen scheinen die Möglichkeit einer Erzeugung von Magnetismus daselbst einzuschlieſsen. Allein ich werde besser thun, diese rohen Gedanken noch zurückzuhalten (obwohl sie sich sehr aufdrängen) und durch strenge Versuche zu prüfen, ob sie würdig seyen, der K. Gesellschaft künftig vorgelegt zu werden.

Royal Institution, 1845, Dec. 22 [1]).

1) 1846, Febr. 2. — Ich füge diesen Untersuchungen folgende Nachweisungen hinzu:

Brugmans beobachtete zuerst die Abstoſsung des Wismuths durch einen Magnet i. J. 1778. Antonii Brugmans *Magnetismus seu de affinitatibus magneticis observationes magneticae. Lugd. Batav.* 1778. §. 41. (Siehe diese Annalen, Bd. 10, S. 293.)

Le Baillif über die Abstoſsung eines Magnets durch Wismuth und Antimon, *Bulletin universel*, 1827, *Vol. VII*, *p.* 371; *Vol. VIII*, *pp.* 87, 91, 94. (Annalen, Bd. 10, S. 507.)

Saigey, über den Magnetismus gewisser natürlicher Verbindungen von Eisen, und über die wechselseitige Abstoſsung der Körper im Allgemeinen. *Ibid.* 1828, *Vol. IX*, *pp.* 89, 167, 239.

Seebeck, über die magnetische Polarität verschiedener Metalle, Legirungen und Oxyde. *Ibid.* 1828, *Vol. IX*, *p.* 175. (Aus diesen Annalen, Bd. 10, S. 203, — wobei auch an die Beobachtungen von Muncke, Annalen, Bd. 6, S. 361, zu erinnern ist. *P.*)

III. *Untersuchung über die elektromotorischen Kräfte der galvanischen Ströme;* *von J. C. Poggendorff.*

(Erste und zweite Abhandlung, gelesen am 30. Juli d. J. — Aus den Monatsbericht. d. Academie. Juli 1846.)

Die Bestimmung der galvanomotorischen Kräfte oder, anders gesagt, des Elektricitätsquantums, welches allgemein eine galvanische Combination bei gegebenem Widerstande und frei von dem störenden Einfluſs der sogenannten Polarisation innerhalb einer gewissen Zeit in Bewegung zu setzen vermag, bildet eine der wichtigsten Aufgaben im Gebiete des Galvanismus. Zu ihrer Lösung hat der Verf. bereits i. J. 1844 eine Methode angegeben, die wesentlich von den sonst bekannten verschieden ist, und sich durch Allgemeinheit und Zweckmäſsigkeit vortheilhaft auszeichnet. Ihr Princip ist: die zu messende Kraft sogleich im Momente ihrer Entstehung durch eine andere constante Kraft so genau zu aequilibriren, daſs sie, ideell genommen, gar nicht zu einem Strome gedeihen kann, und deshalb vor den Veränderungen, die sie durch diesen erleiden würde, vollkommen geschützt bleiben muſs. Vermöge dieses Princips ist die Methode auf elektromotorische Kräfte aller Gattungen, constante wie inconstante (die aus der Polarisation entspringenden etwa ausgenommen), in gleichem Grade anwendbar; sie erlaubt dieselben mit jeder Stufe von approximativer Genauigkeit in absolutem Maaſse festzustellen, und besitzt, auſser anderen Vorzügen, auch den für die Frage nach dem Ursprung der galvanischen Elektricität sehr erheblichen, daſs sie die directe Einwirkung der Flüssigkeiten auf die Platten der galvanischen Ketten genau kennen und von der Wirkung des Stromes sondern läſst.

Die Herleitung dieser Methode aus der Ohm'schen Theorie ist bereits in den Annalen, Bd. 54, S. 160, vollständig gegeben; auch finden sich daselbst, so weit es dem Verf.

seine damals sehr beschränkten experimentellen Hülfsmittel und die nicht minder ungünstige Localität seines Arbeitsraumes verstatteten, factische Belege zum Erweise ihrer Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit.

Die Untersuchung, welche durch die jetzt der Königl. Academie vorgelegten Abhandlungen eröffnet worden ist, hat den Zweck, das ganze Gebiet der galvanomotorischen Kräfte mittelst der eben genannten Methode so vollständig wie möglich zu durchforschen, und zwar mit Berücksichtigung aller Umstände, die auf diese Kräfte von Einfluſs seyn können, als da sind: Natur der Platten und deren Oberflächenzustand, Natur der Flüssigkeit, deren Concentration und Temperatur, directe Einwirkung derselben auf die Platten u. s. w. Ohne sorgfältige Beachtung dieser Umstände haben die numerischen Bestimmungen der elektromotorischen Kräfte wenig Werth. Es reicht nicht hin zu sagen, man habe mit seinen Platten diese oder jene Zahl gefunden, denn innerhalb ziemlich weiter Gränzen kann man mit denselben Platten in derselben Flüssigkeit alle möglichen Werthe erhalten. Die Ausmittlung der Normalwerthe ist das letzte, aber auch am schwersten zu erreichende Ziel dieser Untersuchung. Die beiden gegenwärtigen Abhandlungen sind noch nicht auf dieses Ziel gerichtet, sondern befassen sich mit verschiedenen anderen Gegenständen, die zuvor einer gründlichen Erörterung bedürfen.

In der *ersten* Abhandlung entwickelt der Verf. ausführlich alle Erfordernisse zur practischen Ausführung der Compensationsmethode, die in dem früheren Aufsatz hauptsächlich nur vom theoretischen Gesichtspunkt aufgefaſst wurde. Er beschreibt und erläutert durch Abbildungen die Einrichtung der vier hiezu nöthigen Instrumente, der Sinusbussole, des Galvanometers, des Rheochords (Widerstandsmessers) und des Stromschwächers; er zeigt, wie man diese Instrumente zu combiniren und anzuwenden habe, um einerseits einen groſsen Umfang von elektromotorischen Kräften durch eine und dieselbe constante Kraft messen zu können, und andererseits den Einfluſs der Polarisation bei der Messung

möglichst auszuschliefsen, oder auf ein unbedeutendes Minimum herabzusetzen; auch entwickelt er umständlich das Verfahren, durch welches die Angaben der Sinusbussole und somit auch die für die elektromotorischen Kräfte gefundenen Zahlen mittelst der Wasserzersetzung oder der Silberfällung bequem und sicher auf ein absolutes Maafs zurückgeführt werden. Alle diese Einzelheiten sind jedoch keines Auszugs fähig.

Die *zweite* Abhandlung enthält zunächst einen an mehren constanten Ketten durchgeführten Vergleich der Resultate, welche die Compensationsmethode liefert, mit denen, welche durch andere Verfahrungsarten gewonnen werden. Dieser Vergleich geschah aus doppelter Rücksicht: aus der practischen, die Zuverlässigkeit der Methode auf die Probe zu stellen, und aus der theoretischen wegen der Frage, ob wirklich, wie es die dieser Methode zum Grunde liegende Theorie voraussetzt, bei blofser Tendenz zu einem Strome dieselbe elektromotorische Kraft entfaltet werde, wie im Fall, da ein Strom zu Stande kommt, also eine elektrolytische Auflösung des positiven Metalls der Kette stattfindet.

Versuche mit der Grove'schen Kette, mehrfach abgeändert, sprachen sich hinsichtlich dieser Frage entschieden bejahend aus, und bestätigten also den Schlufs, den der Verf. schon früher aus den Polarisations-Erscheinungen abgeleitet hatte (Monatsbericht, 1845 December, S. 392; auch Annalen, Bd. 67, S. 528).

Minder vollkommen war die Uebereinstimmung bei der Daniell'schen Kette und einigen ähnlichen Combinationen; bei diesen lieferte die Compensationsmethode in der Regel eine etwas höhere Kraft, als das bekannte Ohm'sche Verfahren, wo die Kraft aus den bei zweierlei Widerständen gemessenen Stromstärken bestimmt wird. Der Verf. betrachtet diese Thatsache indefs keineswegs als eine für die Compensationsmethode ungünstige; vielmehr ist er der Meinung, dafs die Daniell'sche, so wie überhaupt jede mit einer Salzlösung construirte galvanische Kette, nothwendig während des Stroms eine etwas geringere Kraft ent-

wickeln mufs, als ihr eigentlich zukommt, weil eben während des Stromes die negative Platte nicht mehr von neutraler Lösung umgeben ist [1]). Nach dieser Ansicht würde die Compensationsmethode, durch welche man die Kraft bei Nullität der Stromstärke findet, den Normalwerth dieser Kraft liefern.

Eine andere Aufgabe, die der Verf. sich in dieser Abhandlung gestellt hat, betrifft die Prüfung des Gesetzes, welches man kurzweg das *elektromotorische* nennen kann, desjenigen nämlich, nach welchem, wenn man sich die Metalle vom positivsten zum negativsten geordnet denkt und irgend drei aus der Reihe herausgreift, die elektromotorische Kraft, welche die beiden äufseren unter sich entwikkeln, gleich seyn mufs der Summe der Kräfte, welche das mittlere mit jedem der äufseren in derselben Flüssigkeit hervorruft. Diefs Gesetz, von Volta für die Spannungen supponirt, und von den Anhängern der Contacttheorie auf die elektromotorischen Kräfte übertragen, hat bisher keine andere thatsächliche Begründung erfahren als die, welche aus einigen älteren Versuchen Fechner's und einem Paar vom Verf. und von Wheatstone entspringt. Da bei jenen der Einflufs der Polarisation nicht ausgeschlossen war, und bei diesen kein Anspruch auf hohe Genauigkeit gemacht wurde, so hielt es der Verf. für nöthig, ehe er in seiner Untersuchung weiter vorschritt, das genannte, für diefs ganze Gebiet so wichtige Gesetz einer abermaligen und möglichst umfangsreichen Prüfung zu unterwerfen.

Zu dem Ende hat er eine sehr beträchtliche Zahl von Versuchen mit verschiedenen Metallen in verschiedenen Flüssigkeiten angestellt, unter möglichster Beachtung aller Vorsichtsmafsregeln, die zu befolgen hier unerläfslich ist. So wurden die zu jedem Versuch erforderlichen drei Metalle, die schmale Streifen oder dünne Stäbe bildeten, neben einander, in ein Dreieck gestellt, in die Flüssigkeit getaucht und während der ganzen Dauer der Messungen nicht her-

1) Auch Hr. Jacobi hat schon bemerkt, dafs die Kraft dieser Kette im geringen Grade von der Stromstärke abhängig ist.

ausgezogen, sondern blofs successiv zu je zwei combinirt. Der Einfluſs, den dabei das dritte, unverknüpfte Metall durch den Strom der beiden andern etwa erleiden kann, ist wegen der aufserordentlichen Schwäche, die dieser Strom bei richtiger Leitung des Versuchs besitzt, ganz zu vernachlässigen gegen die Störung, welche eintreten würde, wenn man jenes dritte Metall jedesmal an die Luft brächte.

Von grofser Wichtigkeit ist hier die Beachtung des Einflusses, welchen die Flüssigkeit, sey es in chemischer oder in katalytischer Weise, direct auf die Metalle ausübt. Dieser Einfluſs, welcher den elektromotorischen Charakter der Metalle in verschiedenen Graden der Stärke und Schnelligkeit fortwährend ändert, in der Regel dem Negativen nähert, hat gewöhnlich zur Folge, daſs die Kraft des zuerst gemessenen Paars schon eine andere ist, wenn man die des dritten Paares mifst; und begreiflich kann sich dann das Gesetz nicht mehr mit Schärfe herausstellen.

Ganz entfernen läſst sich dieser Einfluſs nicht, aber man kann ihn, wenigstens bei Salzlösungen und verdünnten Säuren, bedeutend schwächen, wenn man die Metalle, wie es Henrici zuerst gethan, mit Fett oder Talg in sehr dünner Lage bestreicht. Die galvanische Wirkung geht frei hindurch, und die Metalle bleiben lange Zeit meistens spiegelblank in der Flüssigkeit [1]).

Wenn die Flüssigkeit keinen oder keinen starken Angriff

1) Talg und Oel an sich, sind, wenigstens für den Strom einer einfachen Kette, vollkommene Nichtleiter. Als ich zwischen kupferne Elektroden einer solchen Kette ein getalgtes Papier brachte, konnte ich, selbst als ich die Platten, die eine Gröfse von mehren Quadratzollen hatten, stark an einander preſste, keine Spur von einem Strom wahrnehmen. Eben so verhielt es sich, wenn ich die Platten in Olivenöl tauchte; sie konnten einander sogar berühren, ohne daſs ein Strom erfolgte. Ein Strom von höherer Intensität scheint indeſs eine dünne Fettlage zu durchbrechen, wie schon Jacobi bei seinen elektromagnetischen Maschinen beobachtet hat; auch hat bekanntlich vor vielen Jahren bereits Rousseau versucht, die Leitungsfähigkeit verschiedener fetter Oele zu bestimmen, und dazu ein eigenes Instrument (Diagometer) angegeben. (S. Annalen, Bd. 2, S. 192.) *P.*

griff auf die Metalle ausübt, kann man auch so verfahren, dafs man die Messungen nicht eher beginnt, als bis die Aenderung der Metalle, die in der Regel mit abnehmender Geschwindigkeit erfolgt, aufgehört hat merklich zu seyn, wozu aber bisweilen mehre Stunden erforderlich sind, wie namentlich beim Eisen in Aetzkalilösung. Man erhält dann freilich die elektromotorischen Kräfte nicht mehr in ihrer ursprünglichen Gröfse, sondern in einem mehr oder weniger stark abgeändertem Zustand. Allein diefs ist für das besagte Gesetz ein gleichgültiger Umstand; es wird nur erfordert, dafs die Kräfte während der Messung unverändert bleiben, mögen sie sonst irgend wie beschaffen seyn. Eben deshalb konnte Fechner bei sehr stark durch die Polarisation abgeänderten Kräften das Gesetz noch bestätigt finden.

Derselbe und ein noch höherer Grad von Bestätigung des Gesetzes geht aus den zahlreichen Messungen des Verf. hervor, von welchen die nachfolgenden einen Auszug darstellen. Die Abweichungen vom Gesetz sind in vielen Fällen ganz zu vernachlässigen, in anderen so gering, dafs sie unbedenklich der directen Einwirkung der Flüssigkeiten zugeschrieben werden können. Vermöge dieser Einwirkung ist die Reihenfolge, in welcher man die drei Metalle paarweise combinirt, immer von gröfserem oder geringerem Einfluſs auf das Resultat, und daher ist in einigen Fällen, wo er besonders stark war, das Mittel aus mehren Messungen genommen, so wie durch eingeklammerte Zahlen hinter den Metallen angegeben, in welcher Folge die Messungen angestellt wurden.

Nach der früher (Annalen, Bd. 54, S. 160) gegebenen Entwicklung ist die gesuchte Kraft k'' gleich der Stromstärke i in dem Draht, welcher die negative Platte der constanten Kette mit der positiven der inconstanten verbindet, multiplicirt mit dem Widerstand r dieses Drahts. Diese drei Gröfsen sind in der 2ten, 3ten und 4ten Spalte der nachfolgenden Tafel aufgeführt. Die Einheit, welche den Werthen von k'' zum Grunde liegt, ist eine Kraft, die bei

der Einheit des Widerstands (ein Par. Zoll eines Neusilberdrahts, von dem 100 Par. Zoll bei 1,6 Kilogrm. Spannung und bei mittlerer Temperatur 4,033 Grm. wiegen) im Stande ist, in einer Minute 14,222 Kubikcentimeter Knallgas zu entwickeln [1]), oder 0,0919 Grm. Silber zu fällen. Man darf jedoch die angegebenen Werthe von k'' noch nicht als die Normalwerthe der Kräfte betrachten; es sind nur Annäherungen, aber genügende, da es hier im Grunde blofs auf das Verhältnifs der Kräfte ankommt.

Wir lassen nun die Tafel folgen, die keiner weiteren Erläuterung bedürfen wird. Bei den ersten neun Reihen standen die drei Metalle jedesmal in einer und derselben Flüssigkeit; bei der zehnten war jedes Metall in eine besondere Flüssigkeit getaucht, und Thoncylinder trennten die Flüssigkeiten von einander.

I. Verdünnte Schwefelsäure.

(Säure von 1,838 spec. Gew. mit 49fachem Gewichte Wasser.)

	r	i	k''
1) Zink-Zinn	22,89	*sin* 19° 39′	7,70
Zinn-Kupfer	23,25	- 19 35	7,79
		Summe	15,49
Zink-Kupfer	70,58	- 12° 42′	15,52
		Diff.	+ 0,03
2) Zink-Kupfer	39,28	*sin* 23° 39′	15,76
Kupfer-Silber	10,23	- 23 15	4,04
		Summe	19,80
Zink-Silber	69,0	- 16° 42′	19,83
		Diff.	+ 0,03
3) Zink, amalg.-Kadm.	17,94	*sin* 20° 51′	6,39
Kadmium-Eisen	9,01	- 23 32	3,60
		Summe	9,99
Zink, amalg.-Eisen	33,54	- 17° 34′	10,12
		Diff.	+ 0,13

1) Reducirt auf 0° und 0m,760, und volle Trockenheit.

	r	i	k″	
4) Zink, amalg.-Zinn	34,00	*sin* 17° 11′	10,04	
Zinn-Antimon	19,04	- 20 18	6,61	
		Summe	16,65	
Zink, amalg.-Antim.	88,12	- 11° 3′	16,89	
		Diff.	+ 0,24	
5) Kadmium-Wismuth	38,37	*sin* 16° 12′	10,71	
Wismuth-Quecks.	20,17	- 19 43	6,81	
		Summe	17,52	
Kadmium-Quecks.	100,77	- 10° 5′	17,64	
		Diff.	+ 0,12	
6) Eisen-Kupfer	23,24	*sin* 19° 46′	7,86	
Kupfer-Silber	10,19	- 23 15	4,02	
		Summe	11,86	
Eisen-Silber	42,90	- 16° 4′	11,87	
		Diff.	+ 0,01	
7) Eisen-Antimon	25,52	*sin* 18° 49′	8,23	
Antimon-Quecks.	18,52	- 20 23	6,45	
		Summe	14,68	
Eisen-Quecksilber	63,94	- 13° 13′	14,65	
		Diff.	— 0,03	
8) Kupfer-Quecksilb.	19,15	*sin* 20° 29′	6,70	
Quecksilb.-Platin	11,30	- 22 41	4,36	
		Summe	11,06	
Kupfer-Platin	40,33	- 16° 14′	11,37	
		Diff.	+ 0,21	

II. Verdünnte Salpetersäure.

(Säure von 1,222 spec. Gew. mit 9fachem Gew. Wasser.)

9) Zink, amalg.-Kupfer	80,56	*sin* 11° 54′	16,61		
Kupfer-Platin	41,56	- 16 12	11,60		
		Summe			28,21
Zink, amalg.-Platin	64,76	- 26° 0′	28,39	}	28,18
	63,20	- 26 16	27,97	}	
		Diff.			— 0,03

III. Verdünnte Salzsäure.

(Säure von 1,113 spec. Gew. mit 9fachem Gew. Wasser.)

		r	i	k''
10a)	Zink, amalg.-Kupf.	70,40	*sin* 12° 10'	14,84
	Kupfer-Platin	62,58	- 12 56	14,01
			Summe	28,85
	Zink, amalg.-Platin	67,60	- 25° 22'	28,96
			Diff.	+ 0,11
10b)	Zink, amalg.-Kupf.	70,10	*sin* 12° 12'	14,81
	Kupfer-Platin	61,70	- 13 10'	13,88
			Summe	28,69
	Zink, amalg.-Platin	65,44	- 25° 54'	28,58
			Diff.	— 0,11
11)	Kupfer-Silber	11,35	*sin* 14° 40'	2,87
	Silber-Platin	43,25	- 15 23	11,67
			Summe	14,54
	Kupfer-Platin	62,79	- 13° 23'	14,53
			Diff.	— 0,01

IV. Aetzkali gelöst im 6fachen Gewichte Wasser.

12)	Zink-Eisen	108,57	*sin* 10° 1'	18,88
	Eisen-Silber	9,4	- 23 42	3,78
			Summe	22,66
	Zink-Silber	51,17	- 26° 10'	22,57
			Diff.	— 0,09
13)	Zink-Antimon	34,57	*sin* 17° 10'	10,20
	Antimon-Platin	53,64	- 14 25	13,36
			Summe	23,56
	Zink-Platin	67,97	- 20° 23'	23,67
			Diff.	+ 0,11
14)	Kadmium-Wismuth	19,0	*sin* 20° 45'	6,73
	Wismuth-Pallad.	24,4	- 19 35	8,18
			Summe	14,91
	Kadmium-Pallad.	65,12	- 13° 11'	14,85
			Diff.	— 0,06

V. Kohlensaures Natron, gesättigte Lösung.

		r	i	k''	
15)	Zink-Eisen	68,45	*sin* 12° 48′	15,17	
		77,77	- 12 1	16,19	
			Mittel		15,68
	Eisen-Kupfer	7,92	- 9° 52′		1,36
			Summe		17,04
	Zink-Kupfer	88,16	- 11° 12′		17,12
			Diff.		+ 0,08
16)	Zink-Zinn	11,22	*sin* 23° 11′		4,42
	Zinn-Platin	71,47	- 12 49		15,86
			Summe		20,28
	Zink-Platin	35,97	- 34° 23′		20,31
			Diff.		+ 0,03

VI. Chlornatrium, gesättigte Lösung.

17)	Zink, amalg.-Eisen	28,88	*sin* 18° 6′	8,97	
	Eisen-Kupfer	13,21	- 21 43	4,89	
			Summe	13,86	
	Zink, amalg.-Kupf.	59,39	- 13° 38′	14,00	
			Diff.	+ 0,14	
18)	Zink-Eisen	29,43	*sin* 17° 54′	9,05	
	Eisen-Silber	18,35	- 20 20	6,38	
			Summe	15,43	
	Zink-Silber	73,39	- 12° 13′	15,53	
			Diff.	+ 0,10	
19)	Zink-Kupfer	48,99	*sin* 14° 59′	12,67	
	Kupfer-Platin	49,08	- 14 59	12,69	
			Summe	25,36	
	Zink-Platin	97,48	- 15° 4′	25,34	
			Diff.	— 0,02	

VII. Bromkalium, gelöst im 6fachen Gewichte Wasser.

20)	Zink-Kupfer	46,99	*sin* 15° 7′	12,25	
	Kupfer-Platin	26,86	- 18 28	8,51	
			Summe	20,76	
	Zink-Platin	42,19	- 29° 28′	20,75	
			Diff.	— 0,01	

		r	i	k''
21)	Zink-Eisen	14,81	*sin* 20° 54′	5,28
	Eisen-Silber	26,57	- 13 7	8,26
			Summe	13,54
	Zink-Silber	59,61	- 13° 16′	13,68
			Diff.	+ 0,14

VIII. Jodkalium, gelöst im 4fachen Gewichte Wasser.

22)	Zink-Eisen	26,20	*sin* 18° 45′	8,42
	Eisen-Platin	24,54	- 19 7	8,04
			Summe	16,46
	Zink-Platin	79,54	- 11° 48′	16,27
			Diff.	— 0,19
23)	Zink-Zinn	25,98	*sin* 18° 33′	8,27
	Zinn-Kupfer	6,95	- 7 59	0,97
			Summe	9,24
	Zink-Kupfer	30,97	- 17° 39′	9,39
			Diff.	+ 0,15
24)	Zink-Silber	32,94	*sin* 17° 35′	9,95
	Silber-Wismuth	7,46	- 16° 41′	2,14
			Summe	12,09
	Zink-Wismuth	45,22	- 15° 31′	12,10
			Diff.	+ 0,01

IX. Cyankalium, gelöst im 6fachen Gewichte Wasser.

25)	Zink-Silber	(2)	37,08	*sin* 16° 3′	10,25	
		(4)	37,25	- 16 1	10,28	
				Mittel		10,27
	Silber-Eisen	(3)	25,33	- 18° 12′		7,91
				Summe		18,18
	Zink-Eisen	(1)	112,39	- 9° 13′	18,00	
		(5)	115,65	- 9 10	18,42	
				Mittel		18,21
				Diff.		+ 0,03

			r		i	k''	
26)	Zink-Kupfer		7,4	*sin*	7° 38′	0,98	
	Kupfer-Wismuth		75,39	-	11 48	15,41	
					Mittel	16,39	
	Zink-Wismuth		86,89	-	10° 55′	16,46	
					Diff.	+ 0,07	
27)	Antim.-Wism.	(3)	10,8	*sin*	22° 45′	4,18	
		(8)	10,68	-	22 51	4,15	
					Mittel		4,165
	Wism. Plat.	(2)	15,0	-	21° 31′	5,50	
		(4)	14,4	-	21 41	5,32	
		(3)	14,08	-	21 47	5,22	
					Mittel		5,347
					Summe		9,512
	Antim.-Platin	(1)	31,2	-	17° 40′	9,47	
		(5)	29,4	-	18 11	9,18	
		(6)	29,28	-	18 12	9,15	
					Mittel		9,267
					Diff.		— 0,245

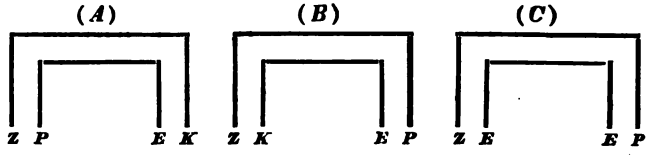
X. Drei Flüssigkeiten.

Eisen in Schwefelsäure mit 49fachem Gewichte Wasser.
Kupfer in gesättigter Kupfervitriol-Lösung.
Platin in Salpetersäure von 1,34 spec. Gewichte.

28)	Eisen-Kupfer	(2)	28,15	*sin*	18° 4′	8,73	
		(4)	27,80	-	18 7	8,64	
					Mittel		8,685
	Kupfer-Plat.	(3)	55,75	-	13° 54′		13,39
					Summe		22,075
	Eisen-Platin	(1)	56,58	-	23° 12′	22,29	
		(5)	54,40	-	23 55	22,05	
					Mittel		22,17
					Diff.		+ 0,095

Zuletzt wurde noch ein complicirter Fall untersucht, in erweitertem Maafse als es bereits von Fechner geschah.

Es wurden nämlich aus den vier Metallen *Zink* (*Z*), *Eisen* (*E*), *Kupfer* (*K*) und *Platin* (*P*), gestellt in verdünnte Schwefelsäure, die 2 Proc. concentrirter enthielt, successiv die folgenden drei Combinationen gebildet:



Wenn man die elektromotorische Kraft eines jeden Paares von Metallen durch die Differenz der sie bezeichnenden Buchstaben vorstellt, so hat man zufolge der

chemischen Theorie:	Contacttheorie:
$A=(Z-P)+(E-K)$	$=(Z-K)+(E-P)$
$B=(Z-K)+(E-P)$	$=(Z-P)+(E-K)$
$C=(Z-E)+(K-P)$	$=(Z-P)-(E-K)$

Wenn nun das elektromotorische Gesetz richtig ist, mufs zuvörderst $B=A$ seyn, und wenn man die sechs binären Combinationen, oder auch nur vier derselben mifst, müssen überdiefs die daraus gebildeten Werthe von *A* (oder *B*) und *C* mit den gemessenen übereinstimmen.

Der Verf. hat diese Probe unternommen. Nachstehendes waren seine Messungen, die, was *A* und *B* betrifft, eine absolute Gleichheit ergaben.

	r	*i*	*k''*
Combinat. *A* oder *B*	79,8	*sin* 23° 23′	31,67
Combinat. *C*	29,0	- 39 57	18,62
Z — *E*	25,02	- 19 2	8,16
Z — *P*	107,04	- 13 43	25,38
E — *K*	17,63	- 20 40	6,22
K — *P*	37,82	- 16 36	10,80.

Hieraus ergiebt sich nun:

beobacht. *A* oder *B*	=31,67	. . . . .	31,67
- *C*	=18,62	. . . . .	18,62
halbe Summe	=25,15	halbe Diff.	6,52
beobacht. *Z* — *P*	=25,38	beobacht. *E* — *K*	6,22

oder:

beobacht.	$Z-P$	$=25{,}38$	. . . . .		$25{,}38$
-	$Z-K$	$= 6{,}62$	. . . . .		$6{,}22$
	Summe	$31{,}60$	Diff.		$=19{,}16$
beobacht.	A	$=31{,}67$	beobacht.	C	$=18{,}62$

oder:

beobachtetes	$Z-E$	$= 8{,}16$
-	$K-P$	$=10{,}80$
	Summe	$=18{,}96$
beobachtetes	C	$=18{,}62$

ferner:

beobacht.	$Z-E$	$= 8{,}16$	beobacht.	$E-K$	$= 6{,}22$
-	$E-K$	$= 6{,}22$	-	$K-P$	$=10{,}80$
also	$Z-K$	$=14{,}38$	also	$E-P$	$=17{,}02$

aber:

$$B=(Z-K)+(E-P)=14{,}38+17{,}02=31{,}40$$

beobachtetes B $=31{,}67$.

Die Uebereinstimmungen (welche sich in demselben Grade auch bei einer zweiten Messung an einem anderen Tage wiederholten) sind zwar nicht vollkommen, werden aber doch bei Erwägung der Fehler, die unvermeidlich aus dem nie ganz zu beseitigenden directen Einflufs der Flüssigkeit entspringen, mehr als hinreichend erscheinen, um zugleich die Zuverlässigkeit der Compensationsmethode und die Richtigkeit des elektromotorischen Gesetzes zu erweisen; denn es würde ein wunderbarer Zufall seyn, wenn beide, die Methode und das Gesetz, in der Weise falsch wären, dafs immer eine so nahe Aufhebung der Fehler wie im obigen Beispiele einträte, abgesehen davon, dafs die einfacheren Fälle, welche untersucht wurden, meistens ein noch mehr befriedigenderes Resultat gewährten.

IV. *Einige Bemerkungen über Coulomb's Verfahren die Cohäsion der Flüssigkeiten zu bestimmen; von A. Moritz.*

(Auszug aus einer Dissertation zur Erlangung des Candidatengrades auf der Universität zu Dorpat) [1]).

Vorwort von L. F. Kämtz.

Die Untersuchungen, welche von einer Zahl von Beobachtern über die Wirkung der Corpuscularkräfte angestellt worden sind, haben uns zwar für die festen Körper manche interessante Thatsachen geliefert, die uns jedoch noch weit mehr von dem inneren Zusammenhange zwischen den wirksamen Kräften ahnen, als diesen Zusammenhang selbst klar durchschauen lassen. Jedoch noch übler steht es mit der Cohäsion flüssiger Körper; theils ist die Zahl der Versuche überhaupt klein, theils sind die Resultate derselben durch anderweitige Umstände getrübt. Und doch scheinen gerade die flüssigen Körper geeignet, uns eine Menge von Punkten erkennen zu lassen, welche hier eine Rolle spielen. Mögen wir annehmen, dafs die Wärme das repulsive Princip sey, oder mögen wir eine andere eigenthümliche Kraft substituiren, so ist so viel gewifs, dafs diese abstofsende Kraft mit der Temperatur im hohen Grade abgeändert wird. Diese Abänderungen selbst lassen sich weit weniger bei festen, als bei flüssigen Körpern studiren.

Schon vor Jahren hatte ich die Idee, dafs der Zusammenhang zwischen den Theilen der Flüssigkeiten oder die Fluidität desto geringer würde, je näher wir der Temperatur kommen, bei welcher diese Flüssigkeiten sieden; ja dafs die Fluidität verschiedener Flüssigkeiten eine Function ihres Siedpunkts sey. Ich sprach mich darüber in einer Recension der neuen Ausgabe des Gehler'schen Wörterbuchs in der Allgemeinen Literaturzeitung, 1826, No. 270,

1) Uebersandt vom Hrn. Verf. aus dem *Bullet. phys. math. de l'acad. de St. Petersburg, T. V.*

S. 501, aus, indem ich gegen Muncke die bekannte Ansicht von Laplace über die Identität der Wärme und abstofsenden Kraft in Schutz nahm. Ich fuhr dann fort: »Aufserdem glauben wir, dafs ein anderes weniger beachtetes Phänomen die obige Hypothese bestätigt. Wenn wir nämlich davon ausgehen, dafs die Fluidität der tropfbar-flüssigen Körper ihren Grund darin habe, dafs sich die Theilchen derselben gegenseitig von einander abstofsen, so mufs die Beweglichkeit der Theile bei denjenigen Fluidis am gröfsten seyn, bei welchen die Repulsivkraft vorherrscht. Nehmen wir nun mehrere Fluida, z. B. Quecksilber, Wasser, Alkohol und Schwefeläther, gieſsen jedes derselben in ein Gefäfs, und setzen sie sodann durch eine mechanische Erschütterung in Bewegung, so hören die Undulationen auf der Oberfläche nicht zugleich auf; diefs geschieht vielmehr in derselben Ordnung, in welcher die obigen Fluida aufgezählt sind, so dafs beim Schwefeläther die Fluidität am gröfsten ist. Zugleich ist dieses Fluidum dasjenige, welches bei der niedrigsten Temperatur siedet. Nehmen wir an, dafs das Princip der Wärme die Ursache der Abstofsung sey, so ist beim Aether, als dem flüssigsten derselben, ein weit geringerer Zusatz dieser Kraft nöthig, um das Uebergewicht über die Anziehungskraft zu bewirken, um also das Fluidum zum Sieden zu bringen, als dieses beim Quecksilber erforderlich ist, was auch die Erfahrung bestätigt.«

Obgleich ich hier ganz deutlich blofs von dem Zusammenhange zwischen der Temperatur des Siedens und der Fluidität gesprochen hatte, so waren zufällig die als Beispiel angeführten Flüssigkeiten so beschaffen, dafs die oben gewählte Reihe auch ihren Dichtigkeiten entsprach, an die ich indessen beim Niederschreiben der obigen Zeilen nicht im Entferntesten dachte. Allein, so deutlich ich mich auch ausgesprochen zu haben glaube, so hat doch Muncke im Artikel Flüssigkeit (Gehler, Bd. 4, S. 494) gerade die Dichtigkeit aufgefafst und nur diese hervorgehoben. Er sagt nämlich: »Kämtz findet einen Beweis für die Richtigkeit

dieser (Laplace'schen) Hypothese auch darin, dafs die *Fluidität* der tropfbaren Flüssigkeiten bei den *leichtesten* am gröfsten ist, der Siedpunkt aber bei den letzteren am tiefsten liegt. Als einen Beweis der ersteren Behauptung führt er an, dafs wenn Quecksilber, Wasser, Weingeist und Naphta, jedes in einem besonderen Gefäfse, gleichmäfsig geschüttelt werden, die Undulationen so viel später aufhören, je *leichter* die Flüssigkeiten sind. Nach beiden Sätzen mufs man also annehmen, dafs die Molecüle der leichteren Flüssigkeiten durch den Wärmestoff weiter von einander gehalten werden, und dafs eine geringere Vermehrung des letzteren erfordert wird, um die gegenseitige Attraction der Molecüle bis zur Erzeugung der Dampfform völlig zu überwinden. Obgleich indefs beide durch Kämtz aufgestellte Sätze in dem Verhalten verschiedener Flüssigkeiten eine auffallende Bestätigung finden, so können sie doch auf Allgemeinheit keineswegs Anspruch machen. Die fetten Oele z. B. sind sämmtlich specifisch leichter als das Wasser, haben aber eine weit geringere Fluidität, und in Beziehung auf den Siedpunkt liegt derselbe namentlich bei der wasserfreien schwefligen Säure, nach Bussy, bei $-10°$ C., und dennoch ist ihr spec. Gewicht $= 1{,}45$, bei der Salzsäure aber liegt der Siedpunkt bei $48°$ C., und doch ist ihr spec. Gewicht $= 1{,}1978$, und andere Anomalien mehr.«

Indem ich ganz mit Muncke darin einverstanden bin, dafs Siedpunkt und Dichtigkeit der Flüssigkeiten gar nichts mit einander zu schaffen haben, glaube ich doch hinzufügen zu müssen, dafs seine Einwendungen nicht die von mir ausgesprochenen Sätze, sondern vielmehr den Sinn treffen, welchen er in meine Worte gelegt hat, der aber nach meiner Ansicht keineswegs darin liegt.

Schon vor einer Reihe von Jahren machte ich eine Anzahl von Versuchen über Fluidität des Wasser nach dem Verfahren von Coulomb, welches so wenig bekannt ist, dafs selbst Frankenheim in seinem so fleifsig gearbeiteten Werke über die Cohäsion desselben gar nicht gedenkt. Indessen liefs der Apparat Vieles zu wünschen übrig, und

mitten in der Stadt wohnend konnte ich es nie verhindern, dafs der Apparat zugleich pendelartig oscillirte. So wenig daher meine Versuche Anspruch auf Genauigkeit machen konnten, so überzeugten sie mich doch von dem grofsen Einflusse der Temperatur auf die Cohäsion des Wassers. Anderweitige Arbeiten verhinderten mich in der Folge an einer zweckmäfsigeren Wiederholung der Versuche. Besonders nachdem die Arbeit Frankenheim's erschienen war, nachdem Hefs und Andere die Untersuchungen über die Wärme bei der Bildung der Körper angestellt hatten, und Kopp und Schröder mit ihren Arbeiten auftraten, schien es mir ein Bedürfnifs, den Gegenstand wieder aufzunehmen.

Unter diesen Umständen forderte ich Hrn. Moritz, einen ausgezeichneten Zögling unserer Hochschule, auf, eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand zu machen. Er wählte dieselben zum Gegenstande seiner Candidatenschrift, welche er nach der Einrichtung der hiesigen Universität verfassen mufste. Es zeigten sich anfänglich viele Schwierigkeiten bei der Erhaltung genauer Resultate, so dafs die Arbeiten der ersten Zeit ganz verworfen werden mufsten. Obgleich im physikalischen Kabinette mehrere feste steinerne, in die Fundamente gemauerte Pfeiler sind, so mufste er doch hier die Versuche aufgeben, da jeder vorüberfahrende Wagen den Apparat in Unordnung brachte; nicht viel besser ging es ihm in einem entlegenen Hause der Vorstadt, bis endlich Hr. Prof. Mädler ihm ein Local in der Sternwarte gab. Gern hätte er nun die Versuche noch weiter ausgedehnt, aber er mufste mit der Abfassung der Abhandlung eilen, da nach einer neueren Verordnung die Candidatenschriften innerhalb einer gewissen Zeit eingereicht werden müssen, und der Termin in kurzer Zeit verflossen war. Durch diese für experimentelle Untersuchungen etwas spärlich zugemessene Zeit ist es denn geschehen, dafs das Endresultat keineswegs ein ganz allgemeines ist. — Der folgende Auszug aus der Arbeit enthält die wichtigsten Resultate derselben.

Dorpat, den 13. (1.) Mai 1846.

I. Der Apparat [1]).

1) Der zu nachstehenden Versuchen benutzte Apparat ist im Wesentlichen übereinstimmend mit dem, welchen Coulomb gebrauchte (*Mém. de l'Inst., T. III, p.* 250); besteht also aus einer Scheibe, die, mit einer anderen getheilten fest verbunden, an einem Drahte dergestalt aufgehängt ist, dafs man erstere Scheibe in einem Gefäfse mit Flüssigkeit um ihren Mittelpunkt Oscillationen vollführen lassen kann, deren Gröfse sich an der zweiten getheilten mittelst eines feststehenden Zeigers beobachten läfst.

2) Aus den Abweichungen dieses Apparats von dem Coulomb'schen mögen folgende hervorgehoben werden:

Die in die Flüssigkeit tauchenden Scheiben werden gegen eine feste Ansatzplatte von 1″ 7‴,7 Durchmesser angedrückt. Aufser einer Scheibe von 4″ Durchmesser (Scheibe I) wird noch eine andere von der Gröfse der Ansatzplatte gebraucht (Scheibe O), und die Anwendung des Apparats mit dieser letzteren entspricht der des Coulomb'schen Apparats ohne Scheibe.

Das obere Ende des die Scheiben verbindenden Cylinders hat eine Durchbohrung von der Form ⊥; das eine Ende des Aufhängedrahts wird durch das verticale Loch und durch die Hälfte des horizontalen geschoben, in letzterem durch einen Stift festgeklemmt und in das erstere durch einen konisch durchbohrten kleinen Cylinder centrirt. Auf ähnliche Weise ist das andere Ende des Drahts an den Wirbel im Galgen befestigt.

Die zu untersuchende Flüssigkeit befindet sich in einem

1) Aus dem Titel der Abhandlung geht schon hervor, dafs es dem Verfasser für jetzt hauptsächlich darum zu thun war, den Apparat und die Beobachtungsmethode Coulomb's zu vervollkommenen, und dafs die hinzugefügten Versuche über den Einflufs der Temperatur auf die Cohäsion des Wassers nur einen Beleg für die Brauchbarkeit des Apparats geben sollen. Da jedoch diese Versuche zu Resultaten von allgemeinerem Interesse geführt haben, während die detaillirte Beschreibung des Apparats nur für Denjenigen von Wichtigkeit ist, der diese Experimente fortsetzen will, — so wird hier auch der Haupttheil der Arbeit, das 1ste und 2te Kapitel, nur möglichst kurz wiedergegeben werden.

weiten Glascylinder (Durchmesser 13″, Höhe 7″), der auf einem Fufse in einem geräumigen hölzernen Kübel steht. Dieser dient zur Aufnahme von Schnee oder siedendem Wasser, wodurch die gewünschten Temperaturen in der Flüssigkeit des inneren Gefäfses hervorgebracht werden. In dem Glascylinder sind drei Thermometer angebracht; die Kugel des einen (*a*) liegt in der Höhe der oscillirenden Scheibe, die des anderen (*b*) möglichst nahe dem Apparate dicht unter der Oberfläche der Flüssigkeit, und die des dritten (*c*) dicht über der Mitte des Bodens.

Der Zeiger war fest an den Rand des Glascylinders geklemmt.

II. Die Methoden, nach welchen die Beobachtungen angestellt und berechnet wurden.

3) Der Apparat mit der Scheibe *O* wird in die Flüssigkeit getaucht, nach etwa 15 Minuten werden die drei Thermometer abgelesen, und gleich darauf wird der Wirbel im Galgen gedreht. Die Scheiben beginnen jetzt eine Reihe von Oscillationen um ihre gemeinsame Axe, und man notirt sich die Angaben des feststehenden Zeigers auf der getheilten Scheibe bei dem Uebergange einer Drehung in die ihr entgegengesetzte. Sind endlich die Schwingungsbögen sehr klein geworden (etwa 8°), so schliefst man die Beobachtung und liest abermals die Thermometer ab. Ganz eben so verfährt man nun mit Scheibe *I* und dann abermals mit Scheibe *O*.

Während solcher drei zusammengehöriger Reihen mufs sich die Temperatur der Flüssigkeit und des Locales möglichst gleichförmig und möglichst wenig geändert haben. Die Temperatur des Locales habe ich stets nahe gleich der der Flüssigkeit gebracht, um Strömungen in dieser zu vermeiden.

4) Da eine vorläufige Untersuchung es sehr wahrscheinlich machte, dafs die erhaltenen Reihen zu den geometrischen gehören, so wurde eine in dem Tagebuche als von mittlerer Güte bezeichnete Beobachtungsreihe mit Scheibe *O* der Berechnung nach der Methode der kleinsten Qua-

drate unterworfen, indem das Gesetz der geometrischen Reihe zu Grunde gelegt ward, von der erst zwei, dann drei Glieder in Rechnung gezogen wurden. Das Resultat ist folgendes:

	Beobachtet.	Beobachtet nach der Formel.				
		$A+Bz.$	Diff.	$A+Bx+Cx^2$	Diff.
1	340,5	340,33	−0,17	340,11	−0,39
2	— 39,7	— 39,87	−0,17	— 39,69	+0,01
3	328,3	328,79	+0,49	328,20	−0,10
4	— 28,0	— 28,69	−0,69	— 28,19	−0,19
5	316,9	317,94	+1,04	317,08	+0,18
6	— 17,1	— 18,17	−1,07	— 17,43	−0,33
7	306,3	207,75	+1,45	306,68	+0,38
8	— 7,1	— 8,28	−1,18	— 7,38	−0,28
9	296,5	298,16	+1,66	296,95	+0,45
10	+ 2,2	+ 1,02	−1,18	+ 2,02	−0,18
11	287,5	289,14	+1,64	287,87	+0,37
12	11,1	9,76	−1,34	10,82	−0,28
13	279,1	280,66	+1,56	279,36	+0,26
14	19,1	17,98	−1,12	19,06	−0,04
15	271,1	272,69	+1,59	271,39	+0,29
16	26,5	25,71	−0,79	26,76	+0,26
17	264,0	265,20	+1,20	263,93	−0,07
18	34,0	32,98	−1,02	33,98	−0,02
19	257,0	258,15	+1,15	256,94	−0,06
20	40,6	39,81	−0,79	40,74	+0,14
21	250,3	251,53	+1,23	250,40	+0,10
22	46,8	46,23	−0,57	47,08	+0,28
23	244,2	245,30	+1,10	244,26	+0,06
24	53,0	52,28	−0,72	53,02	+0,02
25	238,3	239,44	+1,14	238,50	+0,20
26	58,8	57,95	−0,85	58,61	−0,19
27	233,0	233,94	+0,94	233,10	+0,10
28	63,8	63,29	−0,51	63,84	+0,04
29	227,9	228,76	+0,86	288,03	+0,13
30	68,7	68,31	−0,39	68,75	+0,05
31	223,3	223,89	+0,59	223,27	−0,03
32	73,6	73,03	−0,57	73,36	−0,24
33	218,8	219,31	+0,51	218,80	0,0
34	78,0	77,47	−0,53	77,69	−0,31
35	214,7	215,01	+0,31	214,61	−0,09
36	81,9	81,65	−0,25	81,76	−0,14
37	210,8	210,96	+0,16	210,67	−0,13
38	85,8	85,57	−0,23	85,57	−0,23
39	207,0	207,16	+0,16	206,97	−0,03
40	89,1	89,26	+0,16	89,17	+0,07

Fer-

Ferner ergab sich:

wahrscheinlicher Fehler einer Beobachtung	=	0,147
Nullpunkt der Torsion, d. h. der Punkt auf welchen der Zeiger gewiesen hat, wenn die Torsion des Drahtes = 0 war	=	147,18
mit dem wahrscheinlichen Fehler	=	0,02.

Jede Beobachtungsreihe ist also von der Form:

$$\begin{array}{ll} \alpha+\beta & \\ & \alpha-\beta\gamma \\ \alpha+\beta\gamma^2 & \\ \vdots & \alpha-\beta\gamma^3 \\ \alpha+\beta\gamma^{(n-2)} & \vdots \\ & \alpha-\beta\gamma^{(n-1)} \end{array}$$

woraus ein angenäherter Werth von α, dem Nullpunkte der Torsion, leicht gefunden wird; man nimmt nämlich drei auf einander folgende Beobachtungen $\alpha+\beta\gamma^m$, $\alpha+\beta\gamma^{(m+1)}$, $\alpha+\beta\gamma^{(m+2)}$ bildet ihre Differenzen $\beta\gamma^m(1+\gamma)$ und $\beta\gamma^{(m+1)}(1+\gamma)$, die, durch einander dividirt, γ geben, durch dessen Substitution man β und dann α erhält. So geben z. B. die Beobachtungen No. 17, 18, 19 der obigen Reihe $\alpha = 147{,}22$.

Wenn α gefunden ist, so bestimmt man A und ${}^3A$, ferner $-log(1-m)$ und endlich m (Coulomb a. a. O. §. 16. 32).

5) Die Entfernung der Thermometer vom Mittelpunkte der Scheibe war für $a = 4''$, $b = 2''$, $c = 4''$. Der Radius der Scheibe $O = 0'',8$, der der Scheibe $I = 2'',0$. Hieraus folgt für die Temperatur des Mittelpunktes:

$$t' = \frac{2b+c}{3},$$ und für die der Peripherie:

$$t'' = \begin{cases} \frac{4t'+a}{5} & \text{für Scheibe } O \\ \frac{t'+a}{2} & \text{für Scheibe } I. \end{cases}$$

Also ist die mittlere Temperatur der ganzen Scheibe $t = \frac{t'+t''}{2}$

oder:

$$t = \begin{cases} \frac{a+6b+3c}{10} & \text{für Scheibe } O \\ \frac{a+2b+c}{4} & \text{für Scheibe } I. \end{cases}$$

Das arithmetische Mittel aus dem t für den Anfang und dem für das Ende einer Beobachtung ist als mittlere Temperatur dieser Beobachtungsreihe betrachtet worden.

6) Man habe gefunden:

Scheibe O... Temperatur t_1 ... $\frac{dA}{A} = m_1$

Scheibe O... Temperatur t_2 ... $\frac{dA}{A} = m_2$

Scheibe I... Temperatur T ... $\frac{dA}{A} = M$ (wo $t_1 \gtrless T \gtrless t_2$).

Ist nun $T = \frac{t_1+t_2}{2}$ und $t_1 - t_2$ klein, so hat man:

$$c = M - \frac{p_1 m_1 + p_2 m_2}{p_1 + p_2},$$

wo p_1 und p_2 die Gewichte von m_1 und m_2 sind, die von der Anzahl der Oscillationen abhängen, aus denen m_1 und m_2 bestimmt sind; c ist aber das Moment der Cohäsion, die die an dem Ringe Scheibe I — Scheibe O haftenden Wassertheilchen an das übrige Wasser bei der Temperatur T bindet.

War $T \gtrless \frac{t_1+t_2}{2}$ oder betrug $t_1 - t_2$ mehrere Grade, so wurden m_0, m_3 u. s. w. für die Temperaturen t_0, t_3 u. s. w. mit in Rechnung gezogen, und aus ihnen das m für die Temperatur T mit Berücksichtigung der höheren Differenzen bestimmt.

III. Resultate.

7) Da der ganzen Rechnung der von Coulomb (*Hist. de l'Acad. pour* 1784) ausgesprochene Satz zu Grunde liegt, dafs die Torsionskraft dem Torsionswinkel proportional ist, so schien es nicht unwesentlich, die Wahrheit desselben durch wiederholte Versuche zu prüfen. Aus den angestell-

Beobachtungen, die ihn sämmtlich bestätigen, werden Beispiel folgende hervorgehoben:

Scheibe *O*. Aus vorläufig beobachteten Ausschlagswin- n wurde 200,0 als Nullpunkt der Torsion bestimmt, und n die Zeit des Vorüberganges dieses Theilstrichs der eibe am Zeiger beobachtet.

	Zeit.	Differenz.
1	13′ 3″,2	
2	13 24 ,6	21,4
3	13 46 ,0	21,4
4	14 7 ,2	21,2
5	14 28 ,4	21,2
6	14 49 ,6	21,2
7	15 11 ,0	21,4
8	15 32 ,1	21,1
9	15 53 ,3	21,2
10	16 14 ,6	21,3
11	16 35 ,9	21,3
12	16 57 ,2	21,3
13	17 18 ,2	21,0
14	17 39 ,6	21,4
15	18 0 ,8	21,2
16	18 22 ,1	21,3
17	18 43 ,2	21,1
18	19 4 ,6	21,4
19	19 25 ,8	21,2
20	19 47 ,1	21,3
21	20 8 ,2	21,1
22	20 29 ,5	21,3
23	20 50 ,6	21,1
24	21 11 ,7	21,1
25	21 33 ,1	21,4
26	21 54 ,3	21,2
27	22 15 ,5	21,2
28	22 36 ,7	21,2
29	22 58 ,0	21,3
30	23 19 ,2	21,2
31	23 40 ,3	21,1
32	24 1 ,6	21,3
33	24 22 ,8	21,2
34	24 44 ,1	21,3
35	25 5 ,3	21,2
36	25 26 ,6	21,3
37	25 47 ,2	20,6
38	26 8 ,9	21,7
39	26 30 ,1	21,2
40	26 51 ,2	21,1
41	27 12 ,5	21,3
42	27 33 ,7	21,2
43	27 54 ,9	21,2

8) Mit Ausschluſs der als unsicher bezeichneten Reihen wurden aus den Beobachtungen folgende Zahlenwerthe nach den in (II) angegebenen Methoden gefunden:

	t.	c.
1	2°,58 R.	0,203
2	2 ,63	0,203
3	3 ,03	0,205
4	3 ,11	0,206
5	3 ,20	0,206
6	4 ,79	0,199
7	5 ,30	0,197
8	8 ,68	0,186
9	11 ,82	0,173
10	19 ,03	0,150
11	22 ,78	0,143
12	31 ,05	0,139

Mehrere dieser Resultate sind schon die Mittel aus solchen, die bei sehr nahe an einander liegenden Temperaturen gefunden wurden.

9) Bei Berechnung einer allgemeinen Formel für c aus den gefundenen Werthen glaubte ich No. 1 bis 4 ausschliefsen zu müssen, da sie, zugleich von geringerem Werthe als die folgenden, auf ein zu kleines Temperaturintervall vertheilt sind, als dafs sie den in ihnen ausgesprochenen zweiten Arm der Curve bestimmen könnten. Läfst man ferner No. 12 als Resultat einer durch anhaftende Luftblasen influencirten Beobachtung fort, so geben die übrigen folgende Formel:

$$c = 0{,}2513 - 0{,}01118\,t + 0{,}0004387\,t^2 - 0{,}000003258\,t^3,$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler von $c = 0{,}0008$.

10) Vergleicht man die oben erwähnten Werthe von c mit der Dichtigkeit des Wassers bei den entsprechenden Temperaturen, so findet man:

Erstens: Die Cohäsion des Wassers erreicht ein Maximum bei einer Temperatur, die (wenigstens nahezu) gleich der ist, bei welcher das Dichtigkeitsmaximum eintritt (3°,2 R. = 4°,0 C.).

Zweitens: Die Cohäsion des Wassers nimmt zwischen 3°,2 R. und 31° R. rascher ab als die Dichtigkeit desselben. Denn z. B. bei 22°,8 R. ist die Cohäsion 1,3916

Mal kleiner als bei 4°,8 R., während die Dichtigkeit es nur 1,0038 Mal ist (Dove, Repert., Bd. I, S. 141); folglich nimmt in dieser Gegend die Cohäsion fast 1,4 Mal rascher ab als die Dichtigkeit.

Dieser zweite Satz wird auch durch die von Becquerel veröffentlichten vorläufigen Resultate seiner mit Haarröhren angestellten Versuche bestätigt (Populäre Naturlehre mit besonderer Rücksicht auf die Chemie u. s. w., übersetzt von Kifsling, 1845, Bd. 6, S. 178). Danach ergiebt sich, dafs die Abnahme der Cohäsion zwischen 12° C. und 73° C. 1,3 Mal rascher ist als die der Dichtigkeit.

V. *Ein Glühphänomen bei der Volta'schen Batterie, beobachtet vom Marine-Lieutenant Tyrtov* [1]).

Wenn man Quecksilber als Elektroden einer Daniell'schen Batterie gebraucht, und die Kette mit irgend einem metallischen Leiter schliefst, so dafs das eine Ende dieses Leiters mit der Anode in Verbindung steht, das andere Ende aber mit der Oberfläche des Quecksilbers von der Kathode in Berührung gebracht wird, so wird diefs letztere Ende glühend und schmilzt zu einer Kugel zusammen, was so lange dauert bis diefs Ende gänzlich in's Quecksilber versenkt ist. Wenn man aber diese Versuche in umgekehrter Ordnung anstellt, d. h. das eine Ende des Leiters mit der Kathode verbindet, und das andere Ende mit der Oberfläche des Quecksilbers an der Anode in Berührung bringt, so erscheint bei dieser Berührung nur ein bläulicher Funke, wie er gewöhnlich bei Aufhebung der Schliefsung bemerkt wird, ohne das heftige Glühen des Drahtendes. Aufserdem verdunstet das Quecksilber im letzteren Falle mehr als im ersteren.

Diese Verschiedenheit des Glühens bleibt dieselbe, aus welchem Metall auch die Verbindungsdrähte gebildet werden, und wenn auch ein und dasselbe Ende dieses Drahts abwechselnd, bald an der Anode, bald an der Kathode, in Berührung gebracht wird.

Um zu erfahren, wovon diese Verschiedenheit abhänge, wiederholte ich die Versuche mit anderen Elektroden, und gebrauchte, so wie zu den Elektroden, so auch für die dünnen Verbindungsdrähte, eine Reihe von Metallen in folgender Ordnung:

1) Aus dem *Bull. phys. math. de l'acad. de St. Petersb.*, T. V, p. 94.

Elektroden.		Verbindungsdrähte.
Platin, Gold, Silber, Kupfer, Messing, Eisen, Zink, Zinn, Blei, Wismuth, Neusilber.		Platin, Gold, Silber, Neusilber, Kupfer, Messing, Stahl, Blei, Zink, Zinn.

Jede der Elektroden wurde der Reihe nach mit jedem der Drähte verbunden.

Wenn die Oberflächen und die Enden der Verbindungsdrähte gleich rein waren, und die Umstände bei der Berührung der Leiter an der Anode und an der Kathode dieselben blieben, so waren bei allen Versuchen mit obgenannten Elektroden und Verbindungsdrähten die Funken und das Glühen der Drahtenden ganz gleich, so wie bei der Anode, so auch bei der Kathode.

Um mich zu überzeugen, ob nicht die Verschiedenheit des Glühens der Enden des Leiters von dem flüssigen Zustand der Elektroden abhänge, gebrauchte ich Zinn und dann Blei im geschmolzenen Zustande (die Versuche in derselben Ordnung der Verbindungsdrähte wiederholend), und bemerkte, dafs die Erscheinung sich nicht veränderte: die Gleichheit des Funkens und des Glühens des Leiters war dieselbe wie bei den Elektroden im festen Zustande.

Endlich versuchte ich, zu dem geschmolzenen Blei und dann zum Zinn Quecksilber hinzuzufügen; die beim ersten Versuch, als die Elektroden aus reinem Quecksilber bestanden, bemerkte Verschiedenheit des Glühens der Elektroden stellte sich wieder ein; es erschien wiederum an der Anode ein schwacher Funke ohne Glühen des Drahtendes, und an der Kathode wurde das Ende des Drahts (aus welchem Metall es auch bestand) heftig glühend und schmolz zu einer Kugel zusammen. Und selbst als das Amalgam, erkaltend, in den festen Zustand überging, war noch die Verschiedenheit des Glühens des Leiters bemerkbar, wenn auch schwächer als beim geschmolzenen Amalgam und beim reinen Quecksilber. — Aus Allem schliefse ich, dafs die Verschiedenheit der Helligkeit des Funkens und des Glühens des Leiters an der Anode und an der Kathode vom Quecksilber abhängt, möge es in reinem Zustande seyn, oder als Bestandtheil eines Amalgams angewandt werden, so dafs nur unter dieser Bedingung der Strom, *aus dem Leiter hervorkommend*, das Ende desselben glühend macht und zu einer Kugel zusammenschmilzt; *in den Leiter tretend* aber diese Erscheinung nicht hervorbringt [1]).

1) Vergl. Neeff, Ann., Bd. 65, S. 414 und Bd 69, S. 141.

VI. *Ueber die Salpeter-Schwefelsäure und deren Verhalten zum Schwefel, Selen, Phosphor und Jod; von C. F. Schoenbein.*

Wenn ich mich nicht irre, so nehmen die Chemiker an, dafs sich die einfach gewässerte Schwefelsäure mit dem ersten Hydrat der Salpetersäure in der Kälte mischen lasse, ohne dafs diese Verbindungen irdendwie chemisch auf einander einwirkten. Die theoretischen Ansichten, welche ich über die genannten Säurehydrate habe, liefsen mich vermuthen, dafs diese Annahme irrig sey. Von der Voraussetzung ausgehend: Schwefelsäurehydrat sey $=SO_2+HO_2$, Salpetersäurehydrat $=NO_4+HO_2$ und das Rose'sche doppelt schwefelsaure Stickoxyd $=2SO_2+NO_4$, hielt ich es für wahrscheinlich, dafs beim Vermischen der genannten Säurehydrate die letzt erwähnte Verbindung entstehe, und als Folge hievon das in beiden Säuren enthaltene Wasserstoffsuperoxyd entweder abgetrennt werde oder in einer lockeren Verbindung mit der schweflichtsauren Untersalpetersäure verbleibe gemäfs, dem Schema

$$2(SO_2+HO_2)+NO_4+HO_2=2SO_2+NO_4+3HO_2.$$

Aus dieser Annahme würde folgen, dafs die Salpeter-Schwefelsäure kräftiger zu oxydiren vermöchte, als diefs Salpetersäure und Schwefelsäure in ihrem isolirten Zustande zu thun im Stande sind, dafs mit andern Worten unser Säuregemisch gegen manche Körper als eine Art von Königswasser sich verhielte, in welchem das Chlor durch Wasserstoffsuperoxyd ersetzt wäre. Eine weitere Folge meiner Hypothese würde seyn, dafs Wasser aus dem Säuregemisch Stickoxyd abscheiden müsse, falls jenem sein HO_2 durch einen oxydirbaren Körper entzogen worden wäre. Nachstehende Angaben werden zeigen in wie weit die Erfahrung mit der aufgestellten Ansicht übereinstimmt.

I. Wird Schwefelblüthe zu einem Gemisch der oben genannten Säurehydrate gebracht, so entbindet sich augen-

blicklich schweflichte Säure. Je nach dem Verhältnifs, in welchem beide Säuren gemengt sind, und der Temperatur des Gemisches fällt die Reaction mit Schwefel etwas verschieden aus. Mischt man mit zwei Unzen reinen Vitriolöls auch nur einen Tropfen Salpetersäurehydrats, so entbindet sich schon bei einer Temperatur von 0° eine wahrnehmbare Menge schweflichter Säure, wenn man die saure Flüssigkeit mit Schwefelblumen anrührt.

Um die Anwesenheit so kleiner Mengen schweflichter Säure darzuthun, dafs dieselben kaum mehr durch den Geruch erkannt werden, bediene ich mich eines mit Jodkaliumkleister behafteten Papierstreifens, der durch Eintauchen in chlorhaltige Luft vorher schwach gebläut worden. Entbinden sich aus unserem mit Schwefel gemengten Säuregemisch auch nur die schwächsten Spuren schweflichter Säure, so entfärbt sich der gebläute Kleister, wenn man ihn über die erwähnte Flüssigkeit hält [1]). Für den gleichen Zweck läfst sich auch ein mit Guajaktinktur getränkter und durch eine Chloratmosphäre schwach gebläuter Papierstreifen anwenden. Unter den obwaltenden Umständen zeigt die Entfärbung des erwähnten Papiers die Anwesenheit der schweflichten Säure an.

Fügt man zu 60 Grammen eines Säuregemisches, aus neun Theilen Vitriolöls und einem Theile des ersten Salpetersäurehydrats bestehend, 1 Grm. Schwefelblüthe, und schüttelt man das Ganze lebhaft, so entbindet sich schon bei einer Temperatur von 0° in den ersten Augenblicken der Mengung schweflichte Säure. Die Temperatur steigert sich ziemlich rasch, und mit ihr auch die Menge der sich entwickelnden schweflichten Säure. Wenige Minuten nach begonnenem Versuche tritt ein Augenblick ein, wo die Flüs-

1) Da, wie oben bemerkt, schon ein Tropfen Salpetersäurehydrats, enthalten in 2 Unzen Vitriolöls, die Bildung einer sicher erkennbaren Menge schweflichter Säure verursacht, falls man Schwefelpulver in solches Vitriolöl bringt, so läfst sich dieses Verhalten bequem dazu benutzen, um sehr kleine Mengen von Salpetersäure in dem ersten Schwefelsäurehydrat zu entdecken.

sigkeit sehr stark aufschäumt in Folge der reichlich entbundenen schwefelichten Säure, und gleichzeitig zeigt sich das Säuregemisch ziemlich stark erhitzt. Bald jedoch hört das Aufschäumen auf, die Flüssigkeit kühlt sich wieder ab, indem sie heller wird, und endlich tritt ein Zeitpunkt ein, wo aller Schwefel verschwunden ist und die Entbindung von schwefelichter Säure gänzlich aufhört. Ich will nicht unerwähnt lassen, dafs während dieser ganzen Reaction nur schwefelichte Säure sich entbindet, die sich jedoch, in dem Augenblick, wo das erwähnte Aufschäumen am lebhaftesten stattfindet, mit Spuren von Untersalpetersäure vermengt findet.

Wird der eben beschriebene Versuch in einem hohen Glase angestellt, so dafs nichts durch Verspritzen oder Ueberschäumen verloren gehen kann, und wiegt man das Ganze vor und nach stattgehabter Reaction, so ergiebt sich ein Gewichtsverlust, der völlig dem Gewichte des verschwundenen Schwefels gleichkommt. Hieraus scheint zu folgen, dafs etwa die Hälfte des letzteren als schwefelichte Säure weggeht, und die andere Hälfte in irgend einer Verbindung, vielleicht als Schwefelsäure, in dem Säuregemisch zurückbleibt.

Das Säuregemisch, welches nach der so eben beschriebenen Reaction erhalten wird, ist farblos, dickflüssig, und braust, mit Wasser vermischt, bis zum Ueberlaufen unter Entwicklung eines dicken Qualms von Untersalpetersäure auf. Findet die Vermischung mit Wasser bei abgehaltener Luft statt, so entbindet sich in reichlicher Menge ein farbloses Gas, welches in Berührung mit Luft oder Sauerstoff augenblicklich braunrothe Dämpfe bildet und somit Stickoxyd ist [1]). Gieſst man auf unsere saure Flüssigkeit vorsichtig eine Schicht Wassers, so entwickelt sich an den Berührungsstellen beider Flüssigkeiten etwas Gas, und entsteht daselbst eine tiefblaue Flüssigkeit. Aus diesen Angaben erhellt, dafs sich das fragliche Säuregemisch gerade so ver-

1) Es dürfte dieses Säuregemisch das wohlfeilste und bequemste Mittel seyn, Stickoxydgas in gröfseren Mengen darzustellen.

hält, wie eine Auflösung des Rose'schen schwefelsauren Stickoxyds in Vitriolöl.

Mengt man mit einem Säuregemisch, aus neun Theilen Vitriolöls und einem Theil des ersten Salpetersäurehydrats bestehend, mehr Schwefel als das Säuregemisch auflösen kann, und erwärmt man bestens, nachdem die erste heftige Entwicklung von schweflichter Säure vorüber ist, so färbt sich die Flüssigkeit tief indigoblau, welche Färbung auch noch einige Zeit nach erfolgter Abkühlung andauert. Dieselbe Färbung tritt bisweilen auch ohne Mithülfe künstlicher Erwärmung ein.

Schüttelt man mit einem Säuregemisch, das auf zwei Theile Vitriolöl einen Theil Salpetersäurehydrats enthält, Schwefelblüthe bei gewöhnlicher Temperatur zusammen, so entwickelt sich ebenfalls augenblicklich schweflichte Säure, welche Entbindung einige Zeit andauert, wie dies der Geruch und die Entfärbung des gebläuten Jodkaliumkleisters anzeigen. Bald aber tritt ein Zeitpunkt ein, wo, umgekehrt, ungefärbter Kleister über der reagirenden Flüssigkeit gebläut wird. Findet diese Reaction einmal statt, so bemerkt man auch schwache Dämpfe von Untersalpetersäure. Viel Schwefelblumen auf einmal dem Säuregemisch beigefügt, verursacht schon in der Kälte nach wenigen Secunden ein gewaltiges Aufschäumen, hauptsächlich von der Entbindung schweflichter Säure herrührend, zu gleicher Zeit erscheinen jedoch über der schäumenden Flüssigkeit braunrothe Dämpfe. Es ist kaum nöthig zu bemerken, dafs die rückständige Säure mit Wasser stark aufschäumt unter Entbindung von Stickoxydgas. Ehe ich zu einem anderen Gegenstande übergehe, mufs noch bemerkt werden, dafs die in diesem Paragraphen beschriebenen Reactionen nicht eintreten, wenn man die Salpeter-Schwefelsäure auch nur mit verhältnifsmäfsig wenig Wasser verdünnt.

II. Gepulvertes Selen löst sich beim Schütteln nach und nach auch schon in der Kälte in der Salpeter-Schwefelsäure auf, ohne Gasentwicklung und unter Bildung von selenigter Säure. Hat das Säuregemisch einmal eine merk-

liche Menge Selens aufgenommen, so entwickelt es bei Wasserzusatz Stickoxydgas.

III. Verkleinerter Phosphor löst sich schon bei 0° allmälig in Salpeter-Schwefelsäure, zu einem Zehntel aus Salpetersäurehydrat bestehend, auf, ohne dafs sich das Gemisch färbte oder eine merkliche Gasentwicklung stattfände. Hat die Säure eine merkliche Menge Phosphors gelöst, so entbindet aus derselben das Wasser reichlich Stickoxydgas, und in dem wäfsrigen Gemisch findet sich, aufser der Schwefelsäure, Phosphorsäure nebst etwas phosphorichter Säure.

IV. Ein ganz besonderes Interesse bietet das Verhalten des Jods zur Salpeter-Schwefelsäure dar. Mischt man in der Kälte 28 Theile Vitriolöls mit 8 Theilen des chemisch reinen ersten Salpetersäurehydrats zusammen, und fügt man diesem Gemisch drei Theile Jods zu, so löst sich letzteres beim Schütteln selbst in der Kälte ziemlich rasch auf, ohne dafs hiebei irgend eine Gasentwicklung oder Wärmeentbindung stattfände, oder dafs das Säuregemisch sich dunkel färbte. Hat man ohne Unterbrechung die Salpeter-Schwefelsäure mit Jod etwa zehn oder zwölf Minuten lang lebhaft geschüttelt, so färbt sich dieselbe licht schwefelgelb, was von der nun beginnenden Ausscheidung einer festen pulverigen Materie von der gleichen Färbung herrührt. Wird das Säuregemisch, nachdem der gröfste Theil des Jods sich gelöst hat, in einer verschlossenen Flasche sich selbst überlassen, so setzt sich nach und nach die erwähnte gelbliche Materie ab, und die Flüssigkeit wird vollkommen klar. Hatte man von letzterer die Luft vollkommen abgehalten, so erscheint das Säuregemisch beinahe farblos, im entgegengesetzten Fall mehr oder weniger gelb oder braunroth.

Die gelbe Materie, nachdem sie von der anhaftenden Flüssigkeit möglichst befreit worden, besitzt folgende Eigenschaften:

1) Auf einem Uhrglas ausgebreitet und der atmosphärischen Luft ausgesetzt, färbt sie sich rasch bräunlich, wird aber nach und nach vollkommen weifs, und zerfliefst end-

lich zu einer farblosen Flüssigkeit, welche Jodsäure und Schwefelsäure enthält.

2) Wird die gelbe Materie mit Wasser übergossen, so färbt sie sich plötzlich braun in Folge einer stattfindenden Jodausscheidung. Die erhaltene Flüssigkeit ist bräunlich gefärbt, wird bei der Erhitzung unter Jodentbindung farblos, und verhält sich nun als schwefelsäurehaltige Jodsäure.

3) Erhitzt man die gelbe Materie hinreichend stark, so entbinden sich unter lebhaftem Aufschäumen Joddämpfe.

4) Läfst man Aether auf die gelbe Materie tröpfeln, so entwickeln sich aus derselben unter starkem Zischen dicke Qualme von Joddämpfen, und gleichzeitig wird auch in reichlicher Menge festes Jod ausgeschieden. Auch Aetherdampf, selbst wenn er in der Kälte mit der gelben Materie in Berührung kommt, wirkt heftig auf letztere ein unter Entbindung von Joddämpfen.

5) Rührt man die gelbe Materie erst mit etwas Wasser zu einem dünnen Brei an und fügt dann Aether zu, so löst dieser das durch das Wasser ausgeschiedene Jod auf, dadurch sich tief braunroth färbend. Gieſst man den jodhaltigen Aether von der unteren, noch etwas bräunlich gefärbten halbflüssigen Materie ab, und behandelt letztere zu wiederholten Malen mit frischem Aether, so wird dieselbe farblos, und man erhält sowohl eine saure Flüssigkeit, auf welcher der Aether schwimmt, als auch eine teigige Masse, welche am Boden des Gefäfses haftet, in Wasser sich leicht löst und stark sauer schmeckt. Die saure Flüssigkeit sowohl, als auch die teigige Masse, ist mit Schwefelsäure verunreinigte Jodsäure, nebst einer Materie, über deren Natur ich noch keine sicheren Angaben zu machen weifs. Wird nämlich die besagte, mit Hülfe des Aethers entfärbte saure Flüssigkeit, nachdem aus ihr der Aether freiwillig verdampft ist, mit etwas Vitriolöl versetzt, so zeigt sich bald eine braune Färbung, und scheidet sich aus der Flüssigkeit eine verhältnifsmäfsig bedeutende Menge Jods ab, unter Entbindung einer höchst stechend riechenden und die Augen reizenden Materie. Wird

anstatt des Vitriolöls möglichst concentrirte Salpetersäure der besagten sauren Flüssigkeit beigefügt, so entwickeln sich bald aus letzterer Dämpfe von Untersalpetersäure unter Ausscheidung von Jod. Wird die saure Flüssigkeit für sich selbst erwärmt, so färbt sie sich rothbraun, unter Ausscheidung von Jod und Entbindung einer stechend riechenden und die Augen heftig beifsenden Substanz. Letztere riecht gerade so, wie langsam verbrennender Aether oder Weingeist.

6) Im kalten Vitriolöl löst sich die gelbe Materie nicht merklich auf, wohl aber im erwärmten, wobei eine schwache Gasentwicklung stattfindet. Die erhaltene Flüssigkeit ist beinahe farblos und zeigt folgende Reactionen:

a) Auf einem Uhrglas feuchter Luft ausgesetzt, färbt sie sich bräunlich.

b) Wasser fällt aus ihr einiges Jod, und das wäfsrige Gemisch verhält sich als jodsäurehaltige Schwefelsäure.

c) Schweflichte Säure ist ohne Wirkung auf sie.

d) Mit Schwefelblumen vermengt, entbindet sie schon in der Kälte eine reichliche Menge schweflichter Säure, unter Ausscheidung von Jod und Bildung von Jodschwefel.

e) Selen und Phosphor scheiden schon in der Kälte Jod aus.

f) Eine Anzahl von Metallen, selbst Silber, scheiden schon in der Kälte Jod aus, unter welchen Umständen aber auch Jodmetalle gebildet zu werden scheinen. Werden Stäbchen z. B. von Kadmium, Zink, Eisen, Silber in unsere Flüssigkeit getaucht, so überziehen sie sich augenblicklich mit einer rothbraunen Hülle, welche Färbung von niedergeschlagenem Jod herrührt. Schwammförmiges Silber in die Flüssigkeit gebracht, färbt diese sofort blutroth.

g) Aetherdampf, in Berührung mit der kalten Lösung gesetzt, färbt letztere rasch braunroth unter Jodausscheidung.

h) Erhitzt man die Flüssigkeit, so färbt sich darüber ge-

haltener Kleister blau, mit Phosphor beschriebenes Papier braun. Bei einer dem Siedpunkt der Flüssigkeit nahen Temperatur zeigen sich schwache Joddämpfe, und fährt man mit der Erhitzung lange genug fort, so verliert unsere Lösung die Eigenschaft, mit Wasser sich zu bräunen, das Kadmium braunroth zu färben, überhaupt jodhaltig zu reagiren.

Bevor ich über die Natur der gelben Materie eine Bemerkung zu machen mir erlaube, mufs ich Einiges über das Verhalten der wasserfreien Jodsäure zum Vitriolöl sagen, mir vorbehaltend, später über den gleichen Gegenstand umständlichere Angaben mitzutheilen.

Jodsäure löst sich bekanntlich in kaltem Vitriolöl nicht auf, wenigstens nicht merklich, wohl thut sie es aber in erwärmtem. Bei dieser Auflösung findet eine schwache Sauerstoffgasentwicklung statt, und man erhält eine beinahe farblose Flüssigkeit, welche in der Kälte keine Jodsäure mehr fallen läfst, und alle die Reactionen zeigt, die einer Auflösung der gelben Materie in Vitriolöl zukommen. Z. B. mit Wasser versetzt, bräunt sie sich und läfst etwas Jod fallen; mit Schwefelblumen vermengt, erzeugt sie reichlich schweflichte Säure unter Ausscheidung von Jod; Kadmium, Zink u. s. w. färben sich in ihr augenblicklich braunroth u. s. w.

Dafs die Jodsäure nicht unverändert im Vitriolöl sich löst, beweist schon der Umstand, dafs aus dieser Lösung durch Wasser einiges Jod ausgeschieden wird. Aller Wahrscheinlichkeit nach entsteht unter diesen Umständen eine Oxydationsstufe des Jods, welche weniger Sauerstoff enthält, als die Jodsäure, und in einer Lösung der Jodsäure in Vitriol dürfte eine Verbindung enthalten seyn, aus der fraglichen Oxydationsstufe des Jods und Schwefelsäure zusammengesetzt. Was aber auch diese Verbindung seyn mag, so viel ist gewifs, dafs sie mit Wasser nicht zusammen bestehen kann, ohne in Schwefelsäure, Jodsäure und Jod zu zerfallen.

Was nun die chemische Beschaffenheit unserer gelben

Materie betrifft, so scheint aus den mitgetheilten Thatsachen hervorzugehen, dafs sie hauptsächlich aus freier Jodsäure bestehe, vermengt mit derjenigen Verbindung, welche bei der Auflösung der Jodsäure in erwärmtem Vitriolöl entsteht.

Noch bleibt mir übrig von dem Säuregemisch zu reden, aus welchem sich unsere gelbe Materie ausgeschieden hat. Diese Flüssigkeit besitzt folgende Eigenschaften.

1) Der feuchten Luft ausgesetzt, bräunt sie sich unter Ausscheidung von Jod.

2) Mit Wasser vermischt, färbt sie sich gelbbraun unter Ausscheidung von Jod und lebhafter Entbindung von Stickoxydgas. Das wäfsrige Gemisch wird bei der Erwärmung farblos und verhält sich nun wie jodsäurehaltige Schwefelsäure.

3) Wasserfreie schweflichte Säure wirkt auf die Flüssigkeit nicht ein.

4) Mit Schwefelblumen vermengt entbindet sie schon bei gewöhnlicher Temperatur schweflichte Säure unter Ausscheidung von Jod und Bildung von Jodschwefel.

5) Phosphor scheidet ebenfalls Jod aus der Flüssigkeit aus; Kadmium, Zink u. s. w. überziehen sich in derselben mit einer braunrothen Hülle.

6) Kalilösung scheidet aus der Flüssigkeit Jod aus unter Entbindung braunrother Dämpfe.

7) Aether trennt ebenfalls Jod aus ihr ab, und in der Kälte schon wirkt Aetherdampf in gleicher Weise auf die Flüssigkeit ein. Tränkt man z. B. einen Asbeststreifen mit dem Säuregemisch und hält denselben in eine ätherdampfhaltige Flasche, so entbindet sich sofort Joddampf unter lebhaftem Zischen.

8) Erhitzt man die Flüssigkeit in einer Schale, so färbt sie sich dunkel, und es entbinden sich dicke Qualme von Untersalpetersäure. Hat man die Flüssigkeit einige Minuten lang im Sieden erhalten, so hört die Entwicklung der Untersalpetersäure auf und wird das

Säuregemisch wieder nahezu farblos. Bei fortdauernder Erwärmung der Flüssigkeit färbt sich über sie gehaltener Stärkekleister blau. Läfst man dieselbe abkühlen, nachdem die Entwicklung der braunrothen Dämpfe aufgehört hat, so zeigt die Flüssigkeit alle Reactionen, welche einer Auflösung der gelben Materie oder der Jodsäure im Vitriolöl zukommen.

Aus den voranstehenden Angaben erhellt, dafs die Salpeter-Schwefelsäure, aus welcher sich die gelbe Materie abgeschieden hat, sich verhält, einmal, wie eine Auflösung des sogenannten schwefelsauren Stickoxyds in Schwefelsäurehydrat, denn mit Wasser entwickelt sie Stickoxyd; und dann auch wie eine Auflösung der gelben Materie oder der Jodsäure in Vitriolöl, denn Wasser scheidet aus ihr Jod ab, und in dem wäfsrigen Gemisch finden sich Schwefelsäure und Jodsäure.

Aus allen diesen Thatsachen scheint demnach hervorzugehen:

1) Dafs ein Theil des mit der Salpeter-Schwefelsäure in Berührung gesetzten Jods schon in der Kälte zu Jodsäure oxydirt wird, und ein anderer Theil des Jods sich ebenfalls oxydirt und mit Schwefelsäure eine Verbindung eingeht, welche theils mit der Jodsäure als die oft erwähnte gelbe Materie sich abscheidet, theils in Schwefelsäurehydrat gelöst bleibt.

2) Dafs in Folge der Oxydation des Jods schwefelsaures Stickoxyd entsteht, welches ebenfalls in dem Vitriolöl sich löst.

Dafs durch die voranstehende Arbeit die zwischen Salpeter-Schwefelsäure und Jod stattfindende Wechselwirkung noch nicht genügend in's Klare gesetzt sey, gebe ich gerne zu, und ich bin selbst der Ueberzeugung, dafs noch viele Versuche angestellt werden müssen, bevor der verwickelte Vorgang vollkommen begriffen ist. Da meine ohnehin etwas beschränkte Zeit durch anderweitige Untersuchungsgegenstände völlig in Anspruch genommen ist, so wird es mir lieb seyn, wenn die in voranstehendem Aufsatze enthaltenen

nen Angaben andere Chemiker veranlassen werden, diesem Gegenstand ihre Aufmerksamkeit zu widmen. Für das Unternehmen einer solchen Arbeit dürften die von mir ermittelten Thatsachen jedenfalls als Anhalts- oder Ausgangspunkte dienen.

Bevor ich diese Mittheilung schliefse, will ich es mir gestatten noch einige Bemerkungen über die in dieser Abhandlung besprochenen Thatsachen zu machen. Gemäfs den Ansichten, die man jetzt über die chemische Natur des Schwefelsäure- und Salpetersäurehydrats hat, mufs man annehmen, dafs die oben erwähnten Oxydationswirkungen der Salpeter-Schwefelsäure davon herrühren, dafs drei Atome Sauerstoffs aus einem Atom Salpetersäurehydrats sich auf den Schwefel, das Selen, den Phosphor und das Jod werfen, um schweflichte Säure, selenigte Säure, Phosphorsäure und Jodsäure zu bilden; und man mufs sich vorstellen, dafs die Abtrennung dieses Sauerstoffs bedingt werde; einmal durch das Bestreben der Schwefelsäure sich mit Stickoxyd zu verbinden, und dann auch durch die chemische Verwandtschaft des Schwefels, Selens, Phosphors und Jods zu diesem Sauerstoff.

Ob ich nun gleich nicht in Abrede stellen will, dafs eine solche Annahme die in Rede stehenden Erscheinungen zu erklären vermag, so giebt es doch einige Thatsachen, die mir derselben nicht ganz günstig zu seyn scheinen. Ich will hier nur einer einzigen erwähnen, nämlich der Bildung der schweflichten Säure. Wie wir oben gesehen haben, entsteht diese Säure reichlich, selbst bei einer Temperatur von 0°, beim Vermengen der Schwefelblumen mit Salpeter-Schwefelsäure. Unter den erwähnten Umständen mufs das Auftreten der schweflichten Säure etwas auffallend erscheinen, und man sollte erwarten, dafs nicht sie, sondern nur Schwefelsäure sich bilden würde. Da aber, wie oben angegeben, sich die völlige Hälfte des mit der Salpeter-Schwefelsäure vermengten Schwefels in schweflichte Säure verwandelt, so will es mir scheinen, als ob die Bildung derselben nicht auf eine unmittelbare, sondern secundäre

Weise stattfände. Möglicherweise könnte Wasserstoffsuperoxyd mit Schwefel zusammentreten, und diese Verbindung sich in Wasser und schweflichte Säure umsetzen. Diese Ansicht erhält eine Art von Stütze in der Thatsache, dafs Schwefel, mit einem Säuregemisch behandelt, in welchem auf zwei Theile Vitriolöls ein Theil Salpetersäurehydrats enthalten ist, bald Stickoxyd entwickelt, was eine Folge der Einwirkung des unter diesen Umständen sich bildenden Wassers auf das vorhandene schwefelsaure Stickoxyd seyn könnte. Ich will jedoch auf diese Meinung keinen besonderen Werth legen.

Wird angenommen, dafs beim Vermischen der ersten Hydrate der Schwefelsäure und Salpetersäure schwefelsaures Stickoxyd entstehe, eine Annahme, die wenig gewagt ist, so mufs man auch der heutigen Theorie gemäfs zugestehen, dafs hiebei Wasserstoffsuperoxyd gebildet werde, da sich beim Zusammenbringen beider Hydrate in der Kälte kein Sauerstoff entwickelt; denn

$$2(SO_3+HO)+NO_5+HO=2SO_3+NO_2+3HO_2.$$

Schon längst ist bekannt, dafs das erste Salpetersäurehydrat, mit Vitriolöl vermischt, auf ätherische Oele viel heftiger einwirkt, als es jenes Säurehydrat für sich allein zu thun im Stande ist. Diese Thatsache beweist, dafs im erwähnten Gemisch die Salpetersäure in einem anderen als blofs gemengten Zustande sich befindet, und es will mir scheinen, als ob die fragliche Thatsache genügender durch meine Hypothese, als durch die Annahme sich erklären lasse, dafs die Anwesenheit des Vitriolöls in dem Salpetersäurehydrat deshalb das Oxydationsvermögen des letzteren steigere, weil es (das Vitriolöl) gegen das Wasser der Salpetersäure anziehend wirke, und dadurch diese geneigter werde, einen Theil ihres Sauerstoffs an oxydirbare Körper abzugeben. Wie ich anderwärts zu zeigen versucht habe, ist die Existenz von NO_5 als höchst zweifelhaft anzusehen, und somit auch die Anwesenheit von Wasser in derjenigen Materie, welche die Chemiker einfach gewässerte Salpetersäure nennen. Giebt es aber keine Salpetersäure, so

existirt auch kein Hydrat derselben, und können die Vorstellungen, die wir jetzt über die Art der Einwirkung des Vitriolöls auf möglichst concentrirte Salpetersäure hegen, nicht gegründet seyn. Eine hieher gehörige Thatsache will ich nur im Vorbeigehen und Allgemeinen erwähnen, da ich an einem anderen Orte über dieselbe umständlicher zu reden gedenke, die Thatsache nämlich, dafs ein Gemisch der ersten Hydrate der Schwefelsäure und Salpetersäure im Sonnenlichte weder Untersalpetersäure noch eine merkliche Menge Sauerstoff entwickelt, während nach meinen Beobachtungen das erste Salpetersäurehydrat bei niedriger Temperatur und selbst im zerstreuten Licht sich noch merklich zersetzt.

Wie es sich nun auch mit den geäufserten Ansichten verhalten mag, so viel zeigen sie auf jeden Fall, dafs es gut ist, wenn man bisweilen von den herrschenden Theorien absieht, und selbst die bekanntesten Dinge von einem neuen Gesichtspunkte aus zu betrachten sucht. Ein solches Verfahren hat den Vortheil zu Versuchen zu führen, die man nicht anstellen würde, wenn man an die Richtigkeit der chemischen Lehren des Tages so ganz unbedingt glaube. Mir wenigstens wäre es nicht eingefallen, mit der Salpeter-Schwefelsäure die oben beschriebenen Versuche anzustellen, wenn ich es nicht für möglich gehalten hätte, dafs das Schwefelsäure- und Salpetersäurehydrat doch auch noch etwas Anderes als Das wären, wofür diese Dinge heutigen Tages ausgegeben werden. Und wie nun auch die ermittelten Thatsachen gedeutet werden mögen, jedenfalls sind dieselben werth gekannt zu seyn, indem sie unsere Kenntnifs über das Verhalten von Körpern zu einander erweitern, deren Reactionsweise ziemlich vollkommen gekannt zu seyn schien.

Basel, den 7. Februar 1846.

VII. *Ueber eine eigenthümliche Veränderung des Zukkers, durch Salpeter-Schwefelsäure bewerkstelligt; von C. F. Schoenbein.*

In einem voranstehenden Aufsatz habe ich gezeigt, dafs Schwefel, Selen, Phosphor und Jod, mit Salpeter-Schwefelsäure zusammengebracht, schon in der Kälte sich rasch oxydiren und zu merkwürdigen Reactionen Anlafs geben. Nicht minder interessant ist das Verhalten, welches der Rohrzucker gegen das erwähnte Säuregemisch zeigt, und mir vorbehaltend, später genauere Mittheilungen über diesen Gegenstand und andere zu machen, will ich für jetzt nur folgende Thatsachen erwähnen:

1) Rührt man in der Kälte drei Loth Salpeter-Schwefelsäure (aus zwei Theilen Vitriolöls und einem Theile chemisch reiner einfach gewässerter Salpetersäure bestehend), mit einem Lothe fein gepülverten Rohrzukkers zusammen, so bildet sich anfänglich eine dünne durchscheinende, kleisterartige Masse. Hat man das Rühren (mit einem Glasstabe) einige Minuten lang ohne Unterbrechung fortgesetzt, so findet eine Art von Gerinnen des Kleisters statt, und sondert sich nun aus der Flüssigkeit eine dicke zähe Masse ab, die, zu einem Klumpen sich anhäufend, mit Leichtigkeit aus dem Säuregemisch weggenommen werden kann.

Während dieser Reaction, die in zwei bis drei Minuten vollendet ist, entwickelt sich durchaus kein Gas, noch zeigen sich die geringsten Spuren von Untersalpetersäuredämpfen, es findet jedoch eine schwache Wärmeentwicklung statt. Es verdient hier bemerkt zu werden, dafs der Zucker die beschriebene Veränderung nicht erleidet, wenn dem Säuregemisch auch nur ein Siebentel seines Gewichts Wasser zugefügt worden.

2) Wird der erwähnte Klumpen unmittelbar nach seiner Bildung mit Hülfe eines Glasstabes in kaltes Wasser

geworfen, so erstarrt er; es läfst sich aber derselbe in diesem Zustande leicht ausziehen, oder wie Wachs oder erweichtes Harz beliebig formen. Diese Materie riecht stark nach Untersalpetersäure, hat einen stark sauren und intensiv bitteren Geschmack, und wiegt, ehe sie mit Wasser behandelt wird, etwa drei Viertel-Loth.

3) Diese Substanz so lange mit warmem Wasser geknetet, bis dieses das blaue Lackmuspapier nicht mehr merklich röthet, besitzt folgende Eigenschaften:

a) Sie ist farb- und geruchlos, hat einen schwach bitterlichen Geschmack, ungefähr wie Mastix, ist in der Kälte fest und spröde, läfst sich bei gewöhnlicher Temperatur wie Jalappenharz malaxiren, hiebei den schönsten Seidenglanz und Silberfarbe annehmend, zwischen den Fingern wird sie weich und klebrig, und läfst sich zu dünnen Fäden ausziehen, in kochen heifsem Wasser schmilzt sie und ist schwerer als Wasser.

b) In kaltem Wasser ist sie völlig unlöslich, von kochendem Wasser wird sie dagegen nach und nach aufgenommen, diesem einen bitteren Geschmack ertheilend. Die Auflösung bleibt in der Kälte klar, ist ohne Wirkung auf die Pflanzenfarben, mit Indigolösung gebläut und mit Schwefelsäure schwach gesäuert, zerstört sie diese Pflanzenfarbe, auch bläut die gesäuerte Lösung die Guajaktinktur und den Jodkaliumkleister, zersetzt unter Ausscheidung von Jod das Jodkalium, führt das gelbe Blutlaugensalz in das rothe über, verhält sich mit einem Worte wie die gesäuerte Lösung eines salpetrichtsauren Salzes. Beim Abdampfen der ungesäuerten Lösung färbt sich dieselbe nach und nach gelb, und läfst einen braungelben Rückstand, der selbst in kaltem Wasser sich beinahe gänzlich löst und einen höchst bitteren Geschmack besitzt. Die braune Masse erhitzt, bläht sich anfänglich auf und verpufft dann.

c) In Aether löst sich unsere Substanz schon bei gewöhnlicher Temperatur reichlich, wie es scheint, in allen Verhältnissen auf, eine farblose Flüssigkeit liefernd. Läfst man den Aether freiwillig verdampfen, so bleibt eine durchscheinende Masse zurück, die man mit Terpenthin verwechseln könnte. Auch der Weingeist löst die fragliche Materie leicht in der Kälte auf, und eben so sind fette Oele mit ihr verbindbar.

d) Wird die Substanz in einem offenen Gefäfs vorsichtig bis zur Schmelztemperatur erhitzt, so entbinden sich unter Aufschäumen nur Wasserdämpfe, und läfst man das Ganze, nachdem kein Wasser mehr verdampft, abkühlen, so erscheint der Rückstand durchsichtig, beinahe farblos, und dem gewöhnlichen Geigenharz ganz und gar ähnlich. Fährt man mit der Erwärmung der harzigen Substanz länger fort, so entwickeln sich unter Aufschäumen rothbraune Dämpfe von Untersalpetersäure. Erhitzt man die Masse noch etwas stärker, so flammt sie plötzlich wie Pulver auf, und verbrennt unter Zurücklassung eines verhältnifsmäfsig äufserst geringen Rückstands. Es ist mir noch nicht gelungen, die Erwärmung der harzigen Materie so lange fortzusetzen, bis die Entbindung der rothen Dämpfe aufgehört hätte; die Substanz entflammte sich immer im Lauf der Operation.

e) Wird unsere harzige Substanz mit Vitriolöl äufserst schwach unter fortwährendem Umrühren erwärmt, so löst sie sich nach und nach auf, ohne dafs sich die Flüssigkeit färbt, zu gleicher Zeit entwickelt sich ein stechend saurer Geruch, der concentrirten reinen Salpetersäure sehr ähnlich oder gleich. Beim Vermischen dieser Lösung mit Wasser entbindet sich Stickoxydgas, auch besitzt die gleiche Lösung das Vermögen, Indigolösung augenblicklich zu zerstören. Es verhält sich in einer Beziehung diese Lösung überhaupt wie ein Gemisch des sogenannten schwefelsauren Stickoxyds mit Vitriolöl. Auch noch so

viel Wasser derselben zugefügt, veranlafst keinen Niederschlag, eben so wenig die Lösung des Kali oder irgend einer anderen alkalischen Salzbasis. Wird die Lösung der harzartigen Materie in Vitriolöl merklich erwärmt, so färbt sie sich braun unter Entbindung von Untersalpetersäuredämpfen. Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dafs die besagte Lösung keinen bitteren Nachgeschmack zeigt.

f) Beim Zusammenrühren chemisch reiner und möglichst concentrirter Salpetersäure (1,5) mit unserer harzartigen Materie löst sich diese schon in der Kälte ohne alle Gasentwicklung reichlich auf. Die Vereinigung beider Substanzen erfolgt bei einer Temperatur von 24° ziemlich rasch, und man kann unter diesen Umständen jene Materien in allen Verhältnissen unter einander vermischen, also Lösungen erhalten, die so dickflüssig und durchsichtig wie Syrup oder Terpenthin sind.

Wird Wasser zu einer solchen Lösung gefügt, so scheidet sich aus letzterer der gröfste Theil des Harzes, wie es scheint, in völlig unveränderter Beschaffenheit wieder aus; es besitzt jedoch die rückständige Flüssigkeit einen nicht nur sauren, sondern auch höchst bitteren Geschmack. Erwärmt man auch nur mäfsig die saure wasserfreie Harzlösung, so wird sie braunroth unter Entwicklung von Untersalpetersäure-Dämpfen, und hat diese Reaction stattgefunden und enthielt die in Behandlung genommene Lösung nicht zu viel Harz, so löst sie sich in Wasser völlig auf, ohne dafs Harz hiebei gefällt würde, und schmeckt dieses wäfsrige Gemisch nicht mehr bitter. In erwärmter gewöhnlicher Salpetersäure löst sich das Harz ebenfalls unter Entbindung braunrother Dämpfe auf, und es ist mir noch nicht gelungen in der rückständigen Flüssigkeit Kleesäure nachzuweisen.

g) Kalte Kalilösung, wenn auch noch so concentrirt,

scheint ohne Wirkung auf unsere harzige Substanz zu seyn; bei mäfsiger Erwärmung löst sich aber diese in jener reichlich auf, eine tief braunrothe Flüssigkeit bildend. Diese, bis zur Trocknifs abgedampft, läfst einen braunschwarzen Rückstand, der in der Hitze verpufft. Mit Wasser läfst sich die braunrothe Flüssigkeit in allen Verhältnissen vermischen, ohne einen Niederschlag zu liefern; auch Säuren lassen die Flüssigkeit ungetrübt, entfärben aber letztere gröfstentheils. Zusatz von Ammoniak im Ueberschufs stellt die braunrothe Färbung wieder her.

Vitriol entbindet aus einer Lösung des Harzes in concentrirter Kalilauge Untersalpetersäure, auch läfst sich leicht in der gleichen Lösung die Anwesenheit von Salpeter und salpetrichtsaurem Kali nachweisen.

Wird unserem, in einem Platinlöffel geschmolzenen Harze ein Stückchen Kalihydrats beigefügt, so färbt sich jenes unter Aufschäumen sofort braunschwarz, und entzündet sich wenige Augenblicke nach begonnener Reaction die ganze Masse.

Aus voranstehenden Thatsachen erhellt, dafs die bisher besprochene Materie in mehreren Beziehungen eine sehr grofse Aehnlichkeit mit den Harzen zeigt, sich von denselben aber in anderen Beziehungen wieder wesentlich unterscheidet. Aus den gemachten Angaben wird es ferner höchst wahrscheinlich, dafs die harzähnliche Substanz Untersalpetersäure innig chemisch gebunden hält.

4) Was das Säuregemisch betrifft, welches nach der Umänderung des Zuckers und der Entfernung der hiebei gebildeten harzigen Materie zurückbleibt, so ist dasselbe völlig farblos, dickflüssig, frei von Untersalpetersäure oder Stickoxyd, und in Wasser ohne alle Gasentwicklung und aller Ausscheidung einer festen Materie löslich. Es scheidet sich hiebei allerdings noch einiges Harz in weifser und poröser Beschaffenheit ab; dieses Harz war aber schon vor stattgefundener Vermischung des Wassers mit dem Säuregemische in

letzterem suspendirt Das wäfsrige Gemisch schmeckt nicht nur sauer, sondern auch intensiv und rein bitter. In einer späteren Abhandlung sollen nähere Angaben sowohl über das zuletzt erwähnte Säuregemisch, als auch über die eben erwähnte harzige Materie mitgetheilt, überhaupt aber die unter dem Einfluſs der Salpeter-Schwefelsäure bewerkstelligte Umänderung des Zuckers und anderer organischer Substanzen umständlicher erörtert werden.

Basel, den 9. Febr. 1846 [1]).

VIII. *Aus einem Briefe des Hrn. Prof. Jacobi.*

St. Petersburg, 5. Nov. (n. St.) 1846.

— Ich erlaube mir Ihnen eine Erfahrung mitzutheilen, die mich in Erstaunen gesetzt hat. Vor etwa acht Tagen bekam ich in dem Voltameter, dessen Skizze ich beifüge (Taf. I, Fig. 4), als ersten Versuch mit einer prächtigen, von Stöhrer construirten magneto-elektrischen Maschine, die ich kurz zuvor erhalten hatte, 1,15 Kubzll. gemengte Gase in der Minute. *Dieses Gas, welches im Voltameter eingeschlossen blieb, verminderte sich nach und nach, und ist bis heute bis auf eine kleine Luftblase von weniger als* 0,01 *Kubzll. Gröfse gänzlich verschwunden*, obschon die Platinplatten immer von der Flüssigkeit bedeckt blieben. Die Weite der Voltameterröhre beträgt 16 Mm., die Länge des senkrechten Schenkels $0^m,318$ und die des schrägen $0^m,356$. Die eingeschmolzenen Platinplatten sind 19 Mm. lang und 12 Mm. breit. Die Schwefelsäure im Voltameter war von 1,3 spec. Gew. — Am wahrscheinlichsten bleibt die Erklärung, dafs die Platinplatten (oder die eine (reine), an welcher sich Sauerstoff entwickelt hatte) die Gase in dem Maafse wieder zu Wasser condensirten, als diese von der Flüssigkeit absorbirt wurden.

1) Vorstehende Aufsätze wurden schon im Februar d. J. geschrieben, aber aus Gründen, die ich nicht näher bezeichnen will, bis jetzt zurückbehalten. Ich hoffe indessen, dafs ihr Inhalt, trotz der späten Veröffentlichung, nicht alles Interesse verloren habe. Schoenbein.

IX. *Ueber die Spannungsverhältnisse beim elektrischen Nebenstrom; von K. W. Knochenhauer.*

Zu den nachstehenden Versuchen wurde eine Batterie von zwei Flaschen gebraucht, und der Schliefsungsdraht bestand aus Kupferdraht von 0,513 Linien Durchmesser, wie früher, Annal. Bd. 67, S. 468. Hiervon zeigen nach Taf. I, Fig. 3, 2 Fufs vom Inneren der Batterie *I* bis zum Auslader *AB* mit seinen beliebig weit von einander einzustellenden Kugeln *C*, dann 1,8 Fufs bis *D*, worauf der Draht *DEFG* in einer Länge von 8,05 Fufs über vier in einem senkrechten Gestell horizontal liegende Glasstäbe *D*, *E*, *F*, *G* mittelst der seidenen Schnüre *MR* und *NS* durch die Gewichte *P* und *Q* gespannt war; von *G* nach dem isolirten Quecksilbernapf *H* betrug ferner die Drahtlänge 1,6 Fufs, und von dort bis *L* zur Aufsenseite der Batterie noch 3 Fufs. Aufser dem gespannten Theile umfafste also der Schliefsungsdraht eine Länge von 9,1 Fufs, den Auslader *AB* zu 0,7 Fufs gerechnet. Bei *D* und *G* waren überdiefs etwas über 1 Zoll lange Drahtschlingen abgebunden, um damit den Funkenmesser einzuschalten, der auch bei *H* nebst einem anderen Drahte eingefügt werden konnte. Ein zweiter gleich starker Kupferdraht, ebenfalls von 8,05 Fufs Länge, war dem ersten parallel ausgespannt, auf dem der Nebenstrom erregt wurde; seine Enden konnten mit dem Funkenmesser sowohl als mit anderen Drähten verbunden werden, oder auch nach Umständen frei, d. h. offen bleiben.

Zuerst wurde die Anordnung geprüft, um sicher zu seyn, dafs sowohl die Anspannung der Drähte als auch der offene Nebendraht unschädlich wären. Hierzu wurde der Funkenmesser bei *H* eingeschaltet, und in seine Näpfe ein Kupferdraht von 12′ eingelegt. Vier Versuche, von denen bei den drei ersten der gespannte offene Nebendraht sehr weit vom Hauptdraht entfernt, bei dem letzten dagegen auf einen Abstand von 1*d* (=3 Linien im Lichten gemes-

sen) genähert war, gaben folgende Schlagweiten (SW) am Funkenmesser, die, wie früher, auf eine Ladung der Batterie (L. d. B.) bis zur Spannung =40,00 reducirt sind.

No.	L. d. B.	SW.	red. SW.
1	46,50	16,12	13,87
2	46,50	16,05	13,81
3	46,50	16,12	13,87
4	46,50	16,05	13,81
		Mittel	13,84

Bezeichnet man nun mit x den ganzen Schliefsungsdraht, aufser den im Funkenmesser befindlichen 12 Fufsen, so erhält man aus der Proportion $12 : 12+x=13,84+2,61 : 40,00$ für x den Werth 17,18 statt 17,15, wie ihn die mitgetheilte directe Messung der Drähte erfordert. — Hierauf wurde der Funkenmesser in dem unveränderten Schliefsungsdraht zwischen D und G eingeschaltet, wobei der Abstand des offenen Nebendrahtes $1d$ betrug; es ergab sich:

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	18,57	15,97
46,50	18,57	15,97
46,50	18,64	16,03
	Mittel	15,99.

Bezeichnet man jetzt den nicht gespannten Theil des Schliefsungsdrahtes von 9',1 mit x, so giebt $8,05 : 8,05+x = 15,99+2,61 : 40,00$ für x den Werth 9,26, der wiederum vollkommen genügt. Beide Versuchsreihen lehren hiernach, dafs durch die gegenwärtige Anordnung des Schliefsungsdrahtes und durch die Anwesenheit des offenen Nebendrahtes keine Veränderung in den Spannungsverhältnissen des elektrischen Stroms der Batterie hervorgebracht wird.

Wir gehen somit zur ersten neuen Thatsache über, und verbinden hierzu die beiden gespannten Drähte so mit einander, dafs der gleiche Strom der Batterie beide nach einander ein Mal in gleicher, das andere Mal in conträrer Richtung durchläuft. Diefs geschah mittelst der Haken D, G und D', G' (wovon die letzteren Buchstaben für den zwei-

ten gespannten Draht gelten), die in Quecksilbernäpfe tauchten, und von denen das erste Mal G mit D' und G' mit H, das andere Mal G mit G' und D' mit H verbunden wurde; hierdurch fiel GH oder 1',6 K. fort, dafür kamen aber im ersten Falle 3', im anderen 3',25 neuer Draht hinzu, der der kleinen Haken wegen um 0',2 vergrößert werden mag. Bei H war der Funkenmesser mit 12' K. eingeschaltet, und die gespannten Drähte befanden sich parallel zu einander in zwei verschiedenen Abständen zu $1\,d$ und zu $4\,d$. Bekanntlich erfahren durch diese Anordnung des Schliefsungsdrahtes, in welcher Entfernung sich auch die gespannten Drähte von einander befinden und in welcher Richtung der Strom durch beide hindurchgehe, die Angaben des Luftthermometers keine Veränderung, so dafs nach diesem Instrumente jede Einwirkung der beiden Drähte auf einander zu fehlen scheint. Ein anderes Resultat zeigt der Funkenmesser, wie diefs die nachstehenden Zahlen lehren.

I. Strom gleichlaufend in beiden Drähten.

a) Abstand $=1\,d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	9,66	8,31
46,50	9,66	8,31
50,00	10,53	8,42
50,00	10,40	8,32
53,50	11,03	8,25
53,50	10,97	8,20
	Mittel	8,30

b) Abstand $=4\,d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	10,18	8,76
46,50	10,11	8,70
50,00	10,81	8,65
50,00	11,18	8,94
53,50	11,75	8,79
53,50	11,60	8,68
	Mittel	8,75

II. Strom conträr in beiden Drähten.

a) Abstand $=1\,d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
43,00	14,27	13,26
43,00	14,15	13,16
46,50	15,32	13,18
46,50	15,25	13,12
50,00	16,36	13,08
50,00	16,55	13,24
	Mittel	13,17

b) Abstand $=4\,d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	14,15	12,17
46,50	13,83	11,90
50,00	14,93	11,94
50,00	15,13	12,10
53,50	16,16	12,08
53,50	16,23	12,14
	Mittel	12,06

Diese Versuche deuten augenscheinlich eine veränderte Spannung auf dem Schliefsungsdrahte an, die allein durch die Einwirkung der beiden gespannten Drähte auf einander entstehen kann. Es beträgt aber derjenige Theil des Schliefsungsdrahtes, der von aller Einwirkung frei ist, mit Einschlufs der im Funkenmesser befindlichen 12′ für I. *a* und *b* zusammen $2+0{,}7+1{,}8+3+0{,}2+12+3=22',7$ und für II. *a* und *b* zusammen 22′,95; bezeichnet man also die variable compensirte Länge eines gespannten Drahtes mit x, so bekommt man für I. *a* aus $12 : 22{,}7+2x=8{,}30+2{,}61 : 40{,}00$ den Werth von $x=10',648$ (No. 1), eben so für I. *b* $x=9',776$ (No. 2), für II. *a* $x=3',734$ und für II. *b* $x=4',885$. — Die folgenden Versuche, in denen jedoch in beiden Fällen nur 3′ zur Verbindung der Drähte angewandt wurden, bestätigen diese Resultate. Als wieder 12′ K. im Funkenmesser waren, fand sich:

I. Strom gleichlaufend in beiden Drähten.

a) Abstand $=1d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	9,68	8,33
46,50	9,39	8,08
46,50	9,46	8,14
	Mittel	8,18

$x=10',893$ (No. 5)

b) Abstand $=4d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	9,90	8,52
46,50	10,04	8,64
46,50	9,90	8,52
	Mittel	8,56

$x=10',137$ (No. 6)

II. Strom conträr in beiden Drähten.

a) Abstand $=1d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	15,98	13,75
46,50	15,85	13,63
46,50	15,98	13,75
	Mittel	13,71

$x=3',356$ (No. 7)

b) Abstand $=4d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	14,08	12,11
46,50	14,02	12,06
46,50	14,15	12,17
	Mittel	12,11

$x=4',954$ (No. 8)

Als hierauf 16′ K. im Funkenmesser waren, ergab sich:

I. Strom gleichlaufend in beiden Drähten.

a) Abstand = 1 *d*.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	12,33	10,61
46,50	12,46	10,72
46,50	12,40	10,66
	Mittel	10,66

x = 10′,764 (No. 9)

b) Abstand = 4 *d*.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	12,79	11,00
46,50	12,72	10,94
46,50	12,98	11,17
	Mittel	11,04

x = 10′,093 (No. 10)

II. Strom conträr in beiden Drähten.

a) Abstand = 1 *d*.

L. d. B.	SVV	red. SVV.
46,50	19,10	16,43
46,50	12,98	16,33
46,50	19,17	16,49
	Mittel	16,42

x = 3′,465 (No 11)

b) Abstand = 4 *d*.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	17,53	15,08
46,50	17,34	14,92
46,50	17,53	15,08
	Mittel	15,03

x = 4′,790 (No. 12)

Nach den vorstehenden Versuchen erlangen bei gleichlaufendem Strome die einander parallel gespannten Drähte eine gröfsere, bei conträr laufenden eine kleinere compensirte Länge. Eine gröfsere Länge deutet aber auf eine gröfsere Spannungsdifferenz der Elektricität an beiden Enden des Drahtes, eine kleinere umgekehrt auf eine geringere Spannungsdifferenz hin; somit müssen wir folgern, dafs der elektrische Strom der Batterie auf einem ihm genäherten Drahte, da wo er von dem Inneren der Batterie eintritt, positive, da wo er nach der Aufsenseite geht, negative Elektricität hinzieht, die bei gleichlaufendem Strome in beiden Drähten nach vorn hin (dem Inneren der Batterie zu) die positive Spannung des Stroms vergröfsert, nach hinten hin verkleinert, umgekehrt bei conträrem Strome nach vorn hin die Spannung verkleinert, nach hinten vergröfsert, folglich im ersten Falle die Spannungsdifferenz vermehrt, im anderen verringert. Dieſs ist also eine neue Spannung, die zu der bestehenden hinzukommt, und die auch eben so lange aushält, als der Strom dauert, indem sie ihm stätig begleitet. Wollen wir dieſs Verhältnifs mit der Wirkung des galva-

nischen Stroms vergleichen, so müssen wir den Fall nehmen, wo dieser durch eine Spirale hindurchgeht, die bei aufhörendem Strome sich durch eine Nebenschliefsung entladet. Auch hier bildet sich offenbar durch die Wirkung der Windungen auf einander noch eine neue Kette in ihnen, die alsdann elektromotorische Kraft erlangt, wenn sie geschlossen ist, und der primäre galvanische Strom beginnt oder aufhört. Zwar ist es mifslich zu sagen, wie man eine solche Kette auffassen will, denn bei dem bekannten Schema +—+—+— läfst sich bis jetzt gerade auch nicht viel denken, aber sicher ist in den Windungen der Spirale irgend eine bestimmte Gliederung der Theilchen vorhanden, die Kette heifsen mag, und die so lange besteht, als der galvanische Strom dauert und sie unterhält. Das Daseyn dieser galvanischen Kette können wir bis jetzt noch nicht factisch nachweisen, da sie sich nicht durch die Angaben der Magnetnadel im erregenden Strome kund giebt. Eine ähnliche Kette entsteht nun durch den elektrischen Strom; auch von ihrem Daseyn würden wir keine Spur entdecken, wenn wir den Strom nur mit der Magnetnadel oder mit dem Luftthermometer untersuchen könnten; allein da mit dieser Kette die Eigenthümlichkeit verbunden ist, dafs sie von freier Spannung begleitet wird, die in entgegengesetzten Elektricitäten nach beiden Enden hervortritt, so vermag der Funkenmesser ihr Daseyn nachzuweisen. Diese Erregung der freien Spannung ist übrigens auch, wie wir späterhin sehen werden, die alleinige Ursache, welche bei Schliefsung der Kette zu einem Ringe den elektrischen Nebenstrom hervorbringt; denn sollte auch hier noch, wie beim galvanischen Strome, ein anderer Nebenstrom mit dem Beginnen und Verschwinden des inducirenden Stromes vorkommen, so wäre er von derselben Zeitdauer, als in der sich auf dem Schliefsungsdraht der Batterie das Gleichgewicht der Spannung hervorstellt, von welchem Gleichgewichte, wie früher gezeigt wurde, die Vertheilung des Stromes auf einem verzweigten Schliefsungsdrahte abhängt, und die, wie Alles lehrt, über alle Begriffe klein seyn

mufs. Mit unseren jetzigen Mefswerkzeugen haben wir sicher einen elektrischen Nebenstrom, der mit dem galvanischen zu vergleichen wäre, noch niemals beobachtet, was wir bis jetzt wahrgenommen haben, ist die Wirkung jener Kette oder Gliederung, die oben genannt wurde, und der beim elektrischen Strome freie Spannung und dadurch mit ihrer Schliefsung elektromotorische Kraft zukommt, beim galvanischen Strome dagegen, so lange der Strom währt und die Entfernung des inducirenden und inducirten Drahtes sich gleich bleiben, auch bei ihrer Schliefsung die elektromotorische Kraft abgeht. Doch kehren wir zu den obigen Versuchen zurück, da es gerathener seyn mag, die so eben berührten Verhältnisse später einmal, wenn noch andere Thatsachen vorliegen, ausführlicher zu behandeln. — Die beobachteten compensirten Längen x der gespannten Drähte lassen sich für I. a und b unter die Form $8{,}05\,(1+n')=x$ und für II. a und b unter die Form $8{,}05\,(1-n'')=x$ bringen, worin n' und n'' die Nebenstrom erregende Kraft des elektrischen Stromes ausdrücken. Diefs giebt folgende Zusammenstellung:

I. Strom gleichlaufend in beiden Drähten.

	a) Abstand $=1d$.			b) Abstand $=4d$.	
No.	x.	n'.	No.	x.	n'.
1	10',648	0,3228	2	9',776	0,2145
5	10,893	0,3532	6	10,137	0,2592
9	10,764	0,3372	10	10,093	0,2532
Mittel	10',768	0,3377	Mittel	10',002	0,2423

II. Strom conträr in beiden Drähten.

	a) Abstand $=1d$.			b) Abstand $=4d$.	
No.	x.	n''.	No.	x.	n''.
3	3',734	0,5361	4	4',885	0,3932
7	3,356	0,5830	8	4,954	0,3845
11	3,465	0,5695	12	4,790	0,4049
Mittel	3',518	0,5629	Mittel	4',876	0,3942

Bringt man ferner die Werthe von n' für $d=1$ und $d=4$ unter die schon bekannte Formel $n'eb^{\sqrt{d}}$, so findet man

log

$log\ b = 0{,}85582 - 1$ und $log\ e = 0{,}67271 - 1$; eben so aus $n'' = e\,b^{\sqrt{d}}$ folgt $log\ b = 0{,}84529 - 1$ und $log\ e = 0{,}90514 - 1$. Die Werthe von $log\ b$ sind in beiden Fällen genau dieselben, welche wir schon früher mittelst der Coulomb'schen Drehwage erhalten haben, eben so hat $log\ e$ nach n'' denselben Werth, der sich durch die Messungen mit dem Luftthermometer herausstellte, nach n' dagegen ist diese Gröfse viel kleiner, wozu sich der Grund in den späteren Versuchen herausstellen wird. Nach diesen Daten kann es keinem Zweifel unterliegen, dafs die Spannungsveränderung mit der inducirenden Kraft des Batteriestroms zusammenhängt, und dafs demnach, weil in der freien Spannung elektromotorische Kraft liegt, sobald nur der Draht zu einem Ringe geschlossen wird, der elektrische Nebenstrom sich dadurch wesentlich vom galvanischen unterscheidet, dafs jener den Hauptstrom dauernd begleitet, dieser allein beim Anfang und beim Ende desselben hervortritt.

Es wurde hierauf dieselbe Verbindung der gespannten Drähte beibehalten, und nur der Funkenmesser zwischen D und G eingeschaltet. Im Schliefsungsdrahte gingen hier 2′ zum Auslader, 2′ von demselben bis D (wodurch die 1′,8 fortfielen); zur Verbindung der gespannten Drähte kamen bis H hin 3′ in Anwendung, so dafs aufser den genannten Drähten der Schliefsungsbogen aus 10,7 Fufs Kupferdraht bestand. Bei den Abständen der erregenden Drähte zu $1\,d$ und $4\,d$ gab der Funkenmesser jetzt folgende Zahlen:

I. Strom gleichlaufend in beiden Drähten.

a) Abstand $= 1\,d$.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	15,45	13,30
46,50	15,71	13,52
46,50	15,58	13,41
	Mittel	13,41

b) Abstand $=4d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	15,13	13,02
46,50	15,06	12,96
46,50	15,13	13,02
	Mittel	13,00

II. Strom conträr in beiden Drähten.

a) Abstand $=1d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	9,44	8,14
46,50	9,52	8,21
46,50	9,52	8,21
	Mittel	8,19

b) Abstand $=4d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	11,10	9,55
46,50	10,89	9,37
46,50	11,03	9,49
	Mittel	9,47

Berechnet man aus diesen Beobachtungen nach der hergebrachten Weise, also z. B. für I. *a* aus $x : 10{,}7 + 2x = 13{,}41 + 2{,}61 : 40{,}00$ die Werthe von x, so bekommt man der Reihe nach für I. *a* $x = 21{,}534$, für I. *b* $x = 19{,}024$, für II. *a* $x = 6{,}280$ und für II. *b* $x = 8{,}160$; es stellt sich also mit den vorhergefundenen mittleren Werthen $x - 10{,}768$, $= 10{,}002$, $= 3{,}518$, $= 4{,}876$ auch nicht die entfernteste Uebereinstimmung heraus. Indefs diese Differenz verschwindet, wenn man zu den Angaben des Funkenmessers hier nicht die Zahl 2,61 hinzunimmt, sondern die Rechnung unmittelbar mit den beobachteten Zahlen anstellt, z. B. für I. *a* mit $x : 10{,}7 + 2x = 13{,}41 : 40{,}00$. Man erhält dann der Reihe nach für x die Werthe 10,887, 9,936, 3,710, 4,811, die mit den früheren in vollkommener Harmonie stehen.

Wir haben also hiermit die neue Thatsache gefunden, dafs die Spannung, welche vom Nebenstrom herkommt,

der selbst nicht in Strömung ist, sondern nur als ruhende Kette besteht, an der Stelle untersucht, wo sie hervortritt, so über die Kugeln des Funkenmessers hinweggeht, wie es der Funke bei der Entladung der Batterie über die Kugeln des Ausladers thut. Diese Thatsache ist nicht nur des Folgenden wegen wichtig, um überall richtige Zahlen zu bekommen, sondern sie zeigt zu gleicher Zeit auch, dafs die Hinzufügung der Zahl 2,61, in den bisher untersuchten Fällen, nicht auf einem Irrthume bei der Normirung der Spannungswerthe nach den Distanzen der Kugeln des Funkenmessers beruht, da jetzt ein Fall vorliegt, wo diese Zahl wieder fortbleiben mufs, wo also der Funkenmesser unmittelbar die richtigen Zahlen angiebt.

(Schlufs im nächsten Heft.)

X. *Optische Notizen, nebst Erwiderungen auf Hrn. Prof. A. Erman's Bemerkungen zu meinen letzten Aufsätzen* [1]*); von J. Müller.*

In meiner Notiz über »die Fraunhofer'schen Linien auf einem Papierschirm« (diese Annalen, Bd. 69, S. 93) habe ich versucht zu bestimmen, welchen Fraunhofer'schen Linien die drei stärksten auf dem Schirme beobachteten entsprechen.

Ich habe später die Streifen auf dem Papier sorgfältig mit den durch das Fernrohr beobachteten verglichen, und habe mich dadurch überzeugt, dafs meine frühere Bestimmung falsch ist; dieser Vergleichung zufolge ist:

$$\alpha = G$$
$$\beta = F$$
$$\gamma = b,$$

1) Annalen, Bd. 69, S. 93 bis 109.

der unter günstigen Umständen mOrange beobachtete Streifen aber ist *D*.

Nur unter sehr günstigen Umständen ist auf dem Papierschirm das Spectrum weit genug sichtbar, um den Streifen *H* (welchen man daran erkennt, dafs er sehr breit ist, und nahe bei ihm, noch weiter nach dem violetten Ende hin, noch ein solcher breiter Streifen steht) sehen zu können. Diese beiden breiten Streifen erscheinen aber, wie gesagt, auf dem Papierschirm nur unter sehr günstigen Verhältnissen. Bei meinen früheren Versuchen hatte ich sie nie beobachtet, und daher kam auch der eben berichtigte Irrthum.

Seit der Publicirung meiner ersten Notiz habe ich in Erfahrung gebracht, dafs man schon früher, in Wien sowohl als auch in Paris, die Fraunhofer'schen Linien auf einem Papierschirm, und zwar in *weit vollkommener* Weise dargestellt hat, als es nach meinen Angaben möglich ist. Man stellt nämlich statt der zweiten Spalte, welche ich vor das Prisma stellte, eine Sammellinse von mindestens 1 Meter Brennweite hinter das Prisma, welche die aus demselben austretenden Strahlen auffängt; der Schirm wird alsdann in einer solchen Entfernung von der Linse aufgestellt, dafs man das Bild der Spalte deutlich sehen würde, wenn nur homogenes Licht durch die Spalte einfiele. Die Stelle, wo man den Schirm hinzustellen hat, ergiebt sich in jedem speciellen Falle ganz leicht durch den Versuch.

Es ist klar, dafs nach dieser Methode das ganze Spectrum viel lichtstärker wird als bei meiner, dafs also auch die Streifen ungleich schärfer erscheinen.

Gegen meine kleinen Aufsätze im 69. Band dieser Annalen hat A. Erman einige Bemerkungen gerichtet, auf die ich antworten zu müssen glaube.

Allerdings habe ich in meiner Notiz über die Fraunhofer'schen Linien die Breite der beiden Spalten anzugeben vergessen, was wohl so viel nicht zu sagen hat, weil Jeder, welcher den Versuch anstellt, sehr leicht die passendste Breite finden wird; doch will ich hier meinen Fehler

gut machen und die Angabe nachtragen: die eine Spalte war ungefähr $\frac{3}{4}$, die andere 1 Linie breit.

Erman sagt, ich hätte »die Substitution eines getheilten Schirmes anstatt eines optischen Theodoliten für Versuche über die *Refractionsindices*« vorgeschlagen. *Das ist mir nie eingefallen.* Ich betrachte die Darstellung der Fraunhofer'schen Linien auf einem Schirme als einen guten Vorlesungsversuch, weil wenigstens mehrere zugleich die Linien sehen können; dann aber auch noch, wie ich Bd. 69, S. 98, deutlich gesagt habe, »als ein bequemes Mittel, Messungen anzustellen, bei welchen nicht die äufserste Genauigkeit nöthig ist«.

Dafs aber solche Fälle vorkommen können, ist klar. Wenn es sich z. B. um die Beobachtung breiterer schwarzer Streifen, etwa solche handelt, wie die auf Taf. I, Fig. 10 des 69. Bandes dieser Annalen dargestellten, so ist eine schärfere Ablesung, wie sie mit einem Theodoliten möglich ist, rein überflüssig, weil ja die Streifen keine scharfen Linien, sondern allmälig verlaufende Schatten sind, eine ganz scharfe Einstellung also ganz unmöglich ist. Ich werde nächstens eine Untersuchung über die Absorption des Lichts durch farbige Flüssigkeiten publiciren, bei welcher mir meine Beobachtungsweise wesentliche Dienste geleistet hat, während ich den Theodolit nicht hätte brauchen können. Es giebt Untersuchungen für welche der Theodolit absolut den Vorzug verdient, für andere eignet sich dagegen die Beobachtung auf dem Schirme besser.

Hr. Erman schiebt mir (Bd. 69, S. 417) die Behauptung zu, »dafs die Beobachtungsart mit einem Papierschirm der von ihm angewandten mit einem Theodolitenfernrohr deshalb vorzuziehen sey, weil man bei ersterer alle Streifen oder Linien im Spectrum zugleich vor Augen habe, bei der zweiten aber dieselben nur *nach einander sähe.*«

Was ich gesagt habe klingt ganz anders, Bd. 69, S. 100 sage ich: »Zur prismatischen Zerlegung *dieser Farben* (der Farben dünner Gypsblättchen im polarisirten Lichte) aber ist das vor dem Fernrohr angebrachte Prisma sehr unbe-

quem, weil diese Beobachtungsart keinen Totalüberblick des Spectrums erlaubt, *welcher in solchen Fällen, wo es sich nicht um die Beobachtung einzelner Streifen handelt*, doch sehr wünschenswerth ist.«

Ich spreche also von einem speciellen Fall, in welchem die Uebersicht des ganzen Spectrums wünschenswerth ist, und für diesen Fall, so wie für manchen ähnlichen, wird Hr. Erman meine Behauptung nicht bestreiten wollen. Auf diesen Fall passen alle seine weiteren Einwürfe nicht. Hr. Erman hat meine Behauptung offenbar mifsverstanden, und dadurch erklärt sich auch, dafs er sie nicht verständlich findet, wie denn überhaupt seine ganze Replik durch Mifsverständnisse veranlafst zu seyn scheint.

Dafs die Totalübersicht des ganzen Spectrums in manchen Fällen wirklich sehr vortheilhaft ist, dafür will ich noch ein recht schlagendes Beispiel anführen.

Wrede, sagt in seinem rühmlichst bekannten Aufsatze »Ueber die Erklärung der Absorption des Lichts nach der Undulationstheorie« (diese Annalen, Bd. 33, S. 369), dafs bei steigender Intensität der Farbe des Jodgases eine vollständige Absorption des blauen Endes des Spectrums eintrete, und dafs diese Absorption bei immer noch steigender Intensität der Färbung vom blauen Ende gegen das rothe hin fortschreite. — Dasselbe wird überall behauptet, wo diefs Phänomen beschrieben wird (mir ist wenigsten, bis auf den eben erst erschienenen Aufsatz Miller's, Bd. 69, S. 140, nichts anderes bekannt); überall wird gesagt: das blaue Ende des Spectrums werde durch das Jodgas zuerst angegriffen und absorbirt.

Hr. Erman hat die Versuche mit Jodgas auch angestellt; er hat aber, wie alle seine Vorgänger, die Unrichtigkeit dieser Behauptung aus Gründen nicht bemerkt, die sich aus seiner Beobachtungsweise erklären.

Wenn man nach meiner Weise das Spectrum auf einem Schirm auffängt, das Licht aber, bevor es auf das Prisma fällt, durch *Jodgas* gehen läfst, so bemerkt man einen *Schatten* im Grün, der mit zunehmender Intensität

der Färbung des Jodgases immer dunkler wird, und sich nach beiden Seiten, namentlich aber nach der rothen hin, ausbreitet. (Ich behalte mir vor die Erscheinung später genauer zu beschreiben.) Bei der gröfsten Intensität der Färbung, welche ich bei meinen Versuchen dem Jodgas gegeben hatte, war der mittlere Theil des Spectrums vollständig absorbirt, *die beiden Enden aber nicht.*

Bei der Beobachtung mit dem Fernrohr wird diefs offenbar deshalb nicht wahrgenommen, weil man nicht das ganze Spectrum übersieht, weil man, am absorbirten Blau angekommen, das Fernrohr nicht weiter nach dem violetten Ende des Spectrums hin gedreht hat, sonst würde man auch mit dem Fernrohr gesehen haben, dafs das violette Ende *nicht* absorbirt ist. Ich habe diesen Versuch mit dem Fernrohr wiederholt, und im violetten Ende nicht einmal Streifen gesehen. Diefs findet man auch durch W. A. Miller's Versuche bestätigt (dies. Annal., Bd. 69, S. 410).

Es ist hieraus klar, dafs wenn es sich um den Gang der Absorption im Allgemeinen handelt, die Beobachtungsart mit dem Schirm der Uebersichtlichkeit wegen den Vorzug verdient; dagegen ist eben so unbezweifelt wahr, dafs wenn es sich um genaue Bestimmung der Entfernung der Streifen handelt, welche durch das Jodgas hervorgebracht werden, man das Theodolitenfernrohr anwenden müsse, indem ich auf dem Papierschirm diese Streifen gar nicht unterscheiden konnte, sondern nur einen allgemeinen Schatten wahrnahm. (Doch sollen, wie man mir erzählt hat, die Streifen, welche durch das Jodgas erzeugt werden, auch auf dem Papierschirm deutlich werden, wenn man die Linse statt der zweiten Spalte anwendet und das Spectrum breit genug ist.)

In meiner Abhandlung steht: *die Brechungsexponenten der verschiedenfarbigen Strahlen seyen nicht dem umgekehrten Verhältnifs der entsprechenden Brechungsexponenten proportional.* Erman findet in diesem Satz keinen Sinn, und hat vollkommen Recht. Der Satz ist ganz widersinnig, und zwar so, dafs es einem Leser, welcher ihn unbefan-

gen ansieht, nicht entgehen kann, dafs er durch einen Druckfehler den Sinn verloren hat. Es soll heifsen: die Brechungsexponenten der verschiedenfarbigen Strahlen sind nicht dem umgekehrten Verhältnifs der entsprechenden *Wellenlängen* proportional.

Was ich mit diesem Satze sagen wollte, ist wohl zu verstehen; allein ich gestehe, dafs er auch nach Beseitigung des Druckfehlers allerdings ganz incorrect ist, wie ich jetzt sehe, wo ich die Sache, durch Hrn. Erman aufmerksam gemacht, kritisch betrachte. Das was ich sagen wollte würde, scharf ausgedrückt, heifsen, dafs die Brechungsexponenten nicht in dem Verhältnifs wachsen, in welchem die Wellenlängen abnehmen, oder dafs *die Differenzen der Brechungsexponenten nicht den Differenzen entsprechenden Wellenlängen proportional sind.*

Was von den Differenzen der Brechungsexponenten gesagt ist, gilt auch von den Entfernungen der einzelnen schwarzen Linien im Brechungsspectrum. Die Entfernungen der einzelnen Linien sind nicht den Differenzen der entsprechenden Wellenlängen proportional, wie dieſs beim Diffractionsspectrum der Fall ist.

In einem Diffractionsspectrum würden die in Erman's und meinen Aufsätzen besprochenen Interferenzstreifen gleich weit abstehen, in einem Brechungsspectrum ist dieſs jedoch nicht der Fall.

Die Zwischenräume zwischen den schwarzen Streifen nehmen nach dem violetten Ende hin zu. Das Gesetz, nach welchem diese Zunahme stattfindet, hängt, wie ich deutlich gesagt habe, von der Natur des Prismas ab, welches das Spectrum erzeugt; ich habe ferner gesagt, das Gesetz dieser Breitezunahme lasse sich deshalb nur auf empirischem Wege ermitteln.

Dieſs hat nun Erman wieder ganz mifsverstanden. Er sagt: die Winkelabstände der einzelnen Streifen lieſsen sich auf's schärfste voraus berechnen, sobald man nur einmal für das Prisma, welches man anwendet, durch Versuche die nöthigen Data ermittelt hätte. Damit steht aber meine

Aussage nicht im mindesten im Widerspruch. Dafs man aus dem Gesetz stets die Entfernungen der Streifen für jeden speciellen Fall voraus berechnen könne, wenn nur einmal die nöthigen Data zur Rechnung, durch Beobachtung, also auf empirischem Wege ermittelt sind, ist klar. Diese Data aber müssen durch den Versuch ermittelt werden, weil wir sie aus der inneren Natur des Prismas nicht ableiten können. Dieſs, und nichts anderes, ist meine klar ausgesprochene Meinung, zu der auch Hr. Erman sich bekennt. Er bekämpft eine Ansicht, die mir ganz und gar fremd ist.

Zuletzt bekämpft Hr. Erman noch meine Behauptung, dafs die Abstände der Streifen nach einer geometrischen Reihe wachsen. Meinen Beobachtungen schliefst sich diese Annahme *wenigstens* eben so gut an, als sein Gesetz den von ihm gemachten Beobachtungen. Hätte Erman die Unzulässigkeit des allerdings nur für ein specielles Prisma ermittelten Gesetzes der geometrischen Reihe für sein Spectrum nachweisen wollen, so hätte er zeigen müssen, dafs es sich mit *seinen Beobachtungen* nicht vertrage. Das hat er aber nicht gethan.

Ich bin weit entfernt für das Gesetz der geometrischen Reihe eine solche Allgemeinheit zu vindiciren, wie mir Erman vorwirft. Es wäre möglich, dafs es für andere Prismen nicht passe. Man müfste alsdann für diese ein anderes empirisches Gesetz suchen, was wohl auf eine weit einfachere Weise möglich ist, als es Erman gethan hat. Ja ich glaube, dafs bei recht klarer Auffassung des Gegenstandes aus den Grundideen der Erman'schen Betrachtung sich ein solches Gesetz ganz einfach und leicht verständlich entwickeln liefse, wenn man sich nur bestrebte, alles aus der Betrachtung wegzulassen, was nicht unmittelbar zur Sache gehört. Hr. Erman würde sich durch eine solche vereinfachte Darstellung ein grofses Verdienst erwerben.

Dafs gerade jetzt, wo in den Naturwissenschaften die Masse des Materials so aufserordentlich anwächst, selbst

im Interesse der Sache eine möglichst einfache, alle unnöthige Verwicklung vermeidende klare Darstellung sehr zu wünschen ist, wird Jeder zugeben.

Freiburg, den 7. November 1846.

XI. *Ueber die quantitative Bestimmung der Harnsäure; von W. Heintz* [1]).

Meine Versuche über die quantitative Bestimmung des Harnstoffs [2]), aus welchen hervorgeht, dafs die früher dazu angewendete Methode zu durchaus unrichtigen Resultaten führen mufste, veranlafsten mich, theils eben weil ich dieses fand, theils aber auch in Folge dessen, dafs ein glücklicher Erfolg meine Bemühungen, eine bessere Methode aufzufinden, gekrönt hat, auch die Methode, welche zur quantitativen Bestimmung der Harnsäure angewendet wird, einer genauen Prüfung zu unterwerfen.

Was die quantitative Bestimmung des Harnstoffs betrifft, so konnte ich in meinem Aufsatz keinen früher von Anderen angestellten Versuch anführen, wodurch entweder die vollkommene Genauigkeit der älteren Methode oder doch die Fehlergränze, welcher sie ausgesetzt ist, nachgewiesen würde. Viel anders ist es nicht mit der quantitativen Bestimmung der Harnsäure. Es ist mir nur ein einziger Versuch bekannt geworden, der angestellt worden ist, um die Güte dieser Methode zu prüfen. Dieser Versuch ist von Lehmann ausgeführt worden, und findet sich in seinem Aufsatze über den menschlichen Harn [3]) angeführt. Er löste

1) Dieser Aufsatz, so wie die folgende Notiz, findet sich schon in Müller's Archiv, 1846, S. 383 und 399. Da jedoch diese Zeitschrift nicht allgemein in die Hände der Chemiker kommt, so hat der Hr. Herausgeber dieser Annalen mir meine Bitte gewährt, dieselben auch hier zu veröffentlichen. *W. H.*

2) Diese Annalen, Bd. 66, S. 114 und Bd. 68, S. 393.

3) Journ. für pract. Chemie, Bd. 25, S. 14.

nämlich eine gewogene Menge reiner Harnsäure in Kalilauge auf, schlug aus dieser Lösung die Harnsäure mittelst Essigsäure nieder, filtrirte und wusch den Niederschlag aus, trocknete und wog ihn. Er erhielt so von 2,356 Grm. Harnsäure 2,353 Grm. wieder.

Nach diesem Versuche war zu hoffen, dafs diese Methode der Bestimmung der Harnsäure vollkommen ausreichend seyn würde. Da aber aus Liebig's Arbeit über die Constitution des Harns der Menschen und der fleischfressenden Thiere [1]) hervorgeht, dafs nicht Kalihydrat das Lösungsmittel der Harnsäure im Harn ist, sondern dafs dem phosphorsauren Natron diese Wirkung zugeschrieben werden mufs, Lehmann aber, wie eben erwähnt, nicht dieses letztere, sondern eben Kalihydrat zur Auflösung seiner Harnsäure benutzt hat, so schien es mir nicht überflüssig, durch Versuche die Genauigkeit jener Methode zu prüfen.

Wenn auch diese Versuche wenig Neues ergeben haben, so glaube ich doch, dafs es nicht überflüssig seyn wird, dieselben der Oeffentlichkeit zu übergeben, da sie eben die vollkommene Anwendbarkeit dieser Methode darthun, und einigermafsen die Fehlergränze bestimmen, der sie ausgesetzt ist.

Zunächst kam es darauf an, den Fehler zu bestimmen, welcher durch die Auflöslichkeit der Harnsäure in Wasser oder in der Flüssigkeit, woraus sie quantitativ abgeschieden werden soll, bedingt ist. Zu diesem Ende löste ich verschiedene, bei 110° bis 120° C. getrocknete und gewogene Mengen Harnsäure, deren Reinheit durch die Elementaranalyse bewiesen worden war [2]), in einer verdünn-

1) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 50, S. 161.

2) Die Resultate der Analysen waren:

	I.	II.	Berechnet.
Kohlenstoff	35,72	35,57	35,61
Wasserstoff	2,46	2,47	2,37
Stickstoff	—	—	33,57
Sauerstoff	—	—	28,45
			100.

ten Auflösung von phosphorsaurem Natron auf, und zwar etwa in so viel dieser Lösung, als man gewöhnlich Harn zur Bestimmung der Harnsäure anwendet, und schlug sie aus derselben mittelst etwas Salzsäure nieder. Der Niederschlag wurde nach 24 Stunden auf ein gewogenes Filtrum gebracht, mit Wasser ausgewaschen und gewogen.

Auf diese Weise erhielt ich von 0,1485 Grm. Harnsäure die etwa in 65 Grm. der phosphorsauren Natronlösung aufgelöst worden waren, 0,1425 Grm. Harnsäure wieder. Es waren also 0,006 Grm. verloren gegangen. Wenn man annimmt, die 65 Grm. Flüssigkeit wären Harn gewesen, so würden also 0,09 p. M. Harnsäure mehr in dem Harn gewesen seyn, als gefunden worden ist, und wenn man ferner den Gehalt des Harns an festen Bestandtheilen zu 30 p. M. [1]) annimmt, so wäre der Verlust auf diese berechnet gleich 0,30 Proc.

Bei einem zweiten, auf dieselbe Weise angestellten Versuche erhielt ich von 0,3028 Grm. Harnsäure, die in 64 Grm. verdünnter Lösung von phosphorsaurem Natron aufgelöst worden waren, 0,2966 Grm. Harnsäure wieder. Die Differenz ist 0,0062 Grm., und der Verlust beträgt also 0,08 p. M. der angewendeten künstlichen Harnflüssigkeit oder bei 30 p. M. fester Harnbestandtheile würde er 0,2 Proc. von diesen betragen.

Endlich bei dem dritten Versuche, bei welchem 0,2775 Grm. Harnsäure in 64 Grm. der verdünnten Lösung von phosphorsaurem Natron aufgelöst wurden, konnten 0,2717 Grm. Harnsäure wieder gewonnen werden. Der Verlust betrug hier 0,0058 Grm. oder 0,09 p. M. der künstlichen Harnflüssigkeit oder bei 30 p. M. fester Harnbestandtheile 0,30 Proc. derselben.

Aus diesen Versuchen geht deutlich hervor, dafs ein geringer Verlust bei Bestimmung der Harnsäure im Harn nach dieser Methode nicht zu vermeiden ist, dafs derselbe aber so gering ist, dafs er die bei chemischen Untersuchungen

1) Dieſs mag etwa der mittlere Gehalt des Harns an festen Bestandtheilen seyn.

ewöhnlich gestattete Fehlergränze lange noch nicht erreicht. Es ist also die nicht vollkommene Unlöslichkeit der Harnsäure in Wasser nicht von so bedeutendem Einflufs, dafs dadurch diese Methode der quantitativen Bestimmung der Harnsäure ungenau würde. Es kommt aber jetzt darauf an, nachzuweisen, wie weit die färbenden Stoffe, welche mit der durch Säuren aus dem Harn niedergeschlagenen Harnsäure niederzufallen pflegen, das Gewicht derselben vermehren können.

Zu dem Ende wurde eine gewogene Menge Harnsäure mit wenig einer concentrirten Lösung von phosphorsaurem Natron erhitzt. Es verwandelte sich dieselbe dadurch in harnsaures Natron, das sich jedoch in der anwesenden Menge Wasser nicht aufzulösen vermochte. Hierzu wurde eine gewisse Menge eines Harns gesetzt, aus dem die Harnsäure durch Salzsäure, mit der er 24 Stunden gestanden hatte, vorher abgeschieden worden war. Um dadurch die Harnsäure wieder vollständig frei zu machen, wurde dieser Harn damit gekocht und im kochendheifsen Zustande zu der Lösung von phosphorsaurem Natron gesetzt.

Zuerst unterwarf ich 0,1832 Grm. Harnsäure diesem Versuche. Die Menge der Flüssigkeit, aus der sie sich abscheiden mufste, betrug etwa 98 Grm. Die so wieder erhaltene Harnsäure war schwach graubraun gefärbt, und ihr Gewicht betrug 0,1917 Grm. Wäre sie nicht gefärbt gewesen, und ihr Gewicht nicht durch jenen tingirenden Stoff vermehrt worden, so müfste man nur sehr wenig weniger an Harnsäure wiederbekommen haben, als zu dem Versuche angewendet wurde, nämlich so viel weniger, als sich in dem Waschwasser auflösen konnte; der zugesetzte, sauer gemachte Harn selbst dagegen, der als eine gesättigte Auflösung von Harnsäure in Wasser betrachtet werden kann, kann nicht zu einem Fehler durch Verhinderung der vollkommeneren Fällung der Harnsäure Anlafs geben. Bei dem obigen Versuche erhielt ich 0,0085 Grm. mehr Harnsäure wieder, als zu demselben angewendet worden war. Rechnet man noch 0,0015 Grm. als durch das Waschwasser ge-

löste Harnsäure hinzu, so würde der mit der Harnsäu niedergefallene Harnfarbstoff 0,010 Grm. oder 0,1 p. M. d angewendeten Harnflüssigkeit, oder bei 30 Proc. fester Har bestandtheile 0,34 Proc. dieser betragen.

Bei einem zweiten Versuche erhielt ich bei Anwend von 0,217 Grm. Harnsäure, und von 79 Grm. mit Salzsä von der Harnsäure befreiten Harns 0,2221 Grm. gefärb Harnsäure wieder. Es ergiebt dieſs einen Ueberschuſs v 0,0051 Grm., oder von 0,06 p. M. der künstlichen Harnfl sigkeit, oder 0,22 Proc. der festen Harnbestandtheile, w der Gehalt des Harns an demselben zu 30 p. M. angen men wird.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daſs die Menge d Farbstoffs, welcher sich mit der Harnsäure gemengt nied schlägt, wenn sie mit Salzsäure aus dem Harn gefällt wi nur etwa so viel beträgt, daſs der dadurch veranlaſste Fe ler den durch die Löslichkeit der Harnsäure in Wasser b dingten, nach der entgegengesetzten Richtung liegend compensirt. Ich fand, daſs im Mittel von drei Versuch der Verlust, welcher durch jene Eigenschaft der Harnsä bedingt ist, 0,09 p. M. der angewendeten Harnflüssigkeit b trägt. Im Mittel von zwei Versuchen war dagegen der Ueb schuſs, welcher durch die Mitfällung des Farbstoffs mit Harnsäure bedingt wurde, 0,08 p. M.

Diese Uebereinstimmung ist natürlich zufällig. Al so viel geht aus den Versuchen mit Sicherheit hervor, d die Verunreinigung der Harnsäure durch den mit niederg schlagenen Farbstoff nicht einen so groſsen Fehler bei de Bestimmung der Harnsäure veranlaſst, daſs die dabei ange wendete Methode dadurch unbrauchbar gemacht würde. Im Gegentheil dient diese Fehlerquelle nur dazu, eine andere nämlich die durch die nicht vollständige Löslichkeit der Harn säure bedingte, mehr oder weniger zu compensiren.

Wenn nun durch die angeführten Versuche die Brauch barkeit dieser Methode, die Harnsäure quantitativ zu b stimmen, erwiesen ist, so kam es mir nun darauf an, s prüfen, wie gewisse anomale Bestandtheile des Harns vie leicht auf die Güte dieser Methode von Einfluſs seyn könnten

Zucker im Harn.

Es scheint zwar fast überflüssig zu prüfen, ob vielleicht der Traubenzucker im diabetischen Harn veranlassen möchte, dafs die Harnsäure aus diesem sich nicht eben so vollständig abscheidet, als aus zuckerfreiem Harn. Allein, wenn ich es auch als sehr unwahrscheinlich anerkennen mufs, dafs ein solcher Einflufs des Zuckers stattfinden möchte, so kann ich es doch nicht als so sicher betrachten, dafs es nicht werth wäre, darüber einige Versuche anzustellen. Zugleich aber hoffte ich, dafs die im Verfolg beschriebenen Experimente wenigstens in dem Falle, wenn der Traubenzucker in der That auf die Bestimmung der Harnsäure keinen Einflufs haben sollte, nachweisen würden, dafs die Gewichtsmengen Harnsäure, welche aus verschiedenen Quantitäten desselben Harns nach der oben beschriebenen Methode erhalten würden, im Verhältnifs der Gewichte dieser stehen.

Die Versuche wurden auf folgende Weise angestellt.

Es wurden zwei vollkommen gleiche Portionen ein und desselben filtrirten Harns abgewogen, die eine mit zwei bis drei Grammen Traubenzucker, der vorher in wenig Wasser gelöst und filtrirt worden war, versetzt, und dann beide mit Salzsäure stark sauer gemacht. Nachdem beide Flüssigkeiten 24 Stunden lang gestanden hatten, wurden sie durch gewogene Filtra von der niedergeschlagenen Harnsäure abgesondert, welche letztere ausgewaschen, getrocknet und gewogen wurde.

Auf diese Weise erhielt ich in einem Falle aus 79,77 Grm. Harn, die mit Zucker versetzt worden waren, 0,0615 Grm. oder 0,77 p. M., aus eben so viel desselben, nicht mit Zucker versetzten Harns dagegen durch Zusatz von Salzsäure 0,0635 Grm. oder 0,79 p. M. Harnsäure.

In einem zweiten Versuche gaben 91,18 Grm. eines andern mit Zucker versetzten Harns 0,1039 Grm. oder 1,140 p. M. Harnsäure, und eine gleiche Menge desselben Harns, dem kein Zucker beigefügt worden war, 0,1045 Grm. oder 1,146 p. M.

Diese Versuche beweisen nicht allein, dafs die Gegen-

wart des Zuckers im Harn die Abscheidung der Harnsäure nicht im Geringsten behindert, sondern auch, dafs die zur quantitativen Bestimmung desselben bisher benutzte Methode bei Anwendung ein und desselben Harns stets dieselben Resultate giebt. Die Differenzen, welche bei obigen Versuchen erhalten wurden, betrugen nur 0,02 und 0,007 p. M., Differenzen, die gewifs als unvermeidliche Versuchsfehler betrachtet werden können. Ich weifs jedoch nicht zu entscheiden, ob es Zufall sey oder nicht, dafs in beiden Fällen die Menge der Harnsäure, welche aus zuckerfreiem Harn erhalten wurde, ein Minimum gröfser war, als die aus mit Zucker versetztem erhaltene. Wollte man diefs nicht für einen Zufall halten, so könnte man diese Differenzen auch dadurch erklären, dafs man dem Harn, der weniger Harnsäure gegeben hatte, noch etwas Wasser mittelst der zugesetzten Zuckerlösung beigemischt hatte. Dieses Wasser mufste nothwendig eine gewisse Menge Harnsäure aufgelöst erhalten, und daher fiel die auf dem Filtrum gesammelte Menge derselben um eben so viel zu gering aus.

Eiweifs im Harn.

Bei der Gegenwart von Eiweifs im Harn ist es schwerlich zulässig, die Harnsäure durch Salzsäure niederzuschlagen, da diese Säure, wenn sie in einer gewissen Menge hinzugefügt wird, die Fällung von etwas Eiweifs bedingen könnte. Ich wendete daher zur Fällung der Harnsäure bei den Versuchen, welche ich mit Eiweifslösung angestellt habe, nicht diese Säure, sondern Essigsäure an, die bekanntlich weder in geringer, noch in grofser Menge der Lösung des Eiweifs zugesetzt, die Fällung desselben veranlafst, die dagegen sogar das Coaguliren desselben beim Kochen verhindert.

Bei den Versuchen verfuhr ich fast auf dieselbe Weise, wie bei denen, durch welche ich den Fehler zu bestimmen suchte, welcher durch den mit der Harnsäure niederfallenden und sie färbenden Stoff bedingt seyn möchte, nur substituirte ich dem Harn eine verdünnte und filtrirte Eiweifslö-

lösung und digerirte die Mischung bei 50° C., um die Zersetzung alles harnsauren Salzes zu veranlassen, und doch die vielleicht noch mögliche Coagulation des Eiweifses zu vermeiden.

So erhielt ich von 0,2753 Grm. Harnsäure, die mit einer concentrirten Lösung von harnsaurem Natron gekocht und mit einer essigsauren Auflösung von Eiweifs aus Blutserum gefällt worden waren, 0,272 Grm. Harnsäure wieder. Der Verlust betrug also 0,0033 Grm., oder, da die Harnsäure aus 66 Grm. Flüssigkeit abgeschieden war, 0,05 p. M. der angewendeten künstlichen Harnflüssigkeit, oder, wenn man 30 p. M. an festen Bestandtheilen im Harn annimmt, 0,17 Proc. derselben.

Bei einem zweiten Versuche wurden von 0,1947 Grm. Harnsäure 0,1887 Grm. wieder gewonnen. Die Menge der Flüssigkeit, welche bei dem Versuche angewendet wurde, betrug etwa 78 Grm. Der Verlust belief sich also auf 0,006 Grm. oder 0,08 p. M. der Flüssigkeit, oder 0,26 Proc. der festen Bestandtheile, wenn man annimmt, dafs die künstliche Harnflüssigkeit 30 p. M. fester Bestandtheile enthalten habe.

Ein dritter Versuch endlich lieferte sehr ähnliche Resultate. Von 0,247 Grm. Harnsäure wurden aus 95 Grm. Flüssigkeit 0,2385 Grm. wieder gewonnen. Die Differenz beträgt 0,0085 Grm. Der Verlust beläuft sich also auf 0,09 p. M. der Flüssigkeit oder 0,3 Proc. der festen Bestandtheile, wenn der Gehalt jener an diesen zu 30 Proc. angenommen wird.

Bei einem vierten Versuche endlich erhielt ich von 0,1702 Grm. Harnsäure 0,1672 Grm. wieder. Da die Menge der Flüssigkeit, aus der sie gefällt wurde, 65 Grm. betrug, so war der Verlust gleich 0,05 p. M. der künstlichen Harnflüssigkeit oder gleich 0,15 Proc. der darin angenommenen 30 p. M. fester Bestandtheile.

Aus den angeführten Versuchen geht deutlich hervor, dafs die Anwesenheit des Eiweifses in einem Harn der quantitativen Bestimmung der Harnsäure, wenn man sich zur

Fällung derselben der Essigsäure bedient, nicht hinderlich ist. Die Differenzen, welche ich bei den angeführten Versuchen fand, waren dieselben, wie die, welche bei der Bestimmung der Harnsäure in eiweifsfreiem Harn vorkommen können.

Sämmtliche Blutbestandtheile im Harn.

Wenn Blut im Harn enthalten ist, so mufs man die Harnsäure wegen Anwesenheit des Eiweifses natürlich durch Essigsäure niederschlagen. Ich habe in zwei Versuchen diese Säure, in einem dritten Versuche die gewöhnliche Phosphorsäure, die bekanntlich die Eigenschaft mit der Essigsäure theilt, das Eiweifs weder, wenn sie in geringer, noch in grofser Menge hinzugesetzt wird, zu coaguliren, zur Fällung derselben angewendet.

Die Methode, welche ich benutzte, um zu prüfen, ob die löslichen Bestandtheile des Blutes die Menge der durch diese Säuren abgeschiedenen Harnsäure verändern könnten, war dieselbe, welche ich auch bei blofser Gegenwart von Salzsäure benutzte. Der reinen Eiweifslösung wurde aber die schön rothe Flüssigkeit substituirt, die durch Ausziehen des Blutkuchens mit kaltem Wasser und Filtriren erhalten wird.

Von 0,211 Grm. Harnsäure erhielt ich bei dem ersten Versuche, bei welchem Essigsäure zur Fällung desselben angewendet worden war, 0,2107 Grm. wieder. Der Verlust betrug hier nur 0,0003 Grm., war also wesentlich geringer, als wenn keine Blutbestandtheile vorhanden gewesen wären. Dieſs hatte jedoch seinen Grund nicht etwa darin, dafs die Harnsäure in jenem Falle vollständiger gefällt wurde, als in diesem, sondern vielmehr darin, dafs etwas von dem Blutfarbstoff mit niedergeschlagen worden war; denn die Harnsäure war braun gefärbt.

Zu einem zweiten Versuche wurden 0,2513 Grm. Harnsäure verwendet. Als fällende Säure wurde gleichfalls Essigsäure benutzt. Der Niederschlag betrug 0,2557 Grm., also 0,0044 Grm. mehr, als zum Versuch angewendet worden

war. Die Harnsäure war sehr dunkelbraun gefärbt. Die Menge der zu dem Versuch angewendeten künstlichen Harnflüssigkeit betrug etwa 87 Grm. Der Ueberschufs beläuft sich also auf 0,05 p. M. der angewendeten Harnflüssigkeit, oder auf 0,17 Proc. der festen Harnbestandtheile, wenn dieselben zu 30 p. M. angenommen werden.

Bei einem dritten Versuche, bei welchem übrigens die Abscheidung der Harnsäure durch Phosphorsäure bewirkt wurde, erhielt ich von 0,1938 Grm. derselben 0,191 Grm. wieder. Die wieder gewonnene Säure war kaum gefärbt. Darum war auch hier kein Ueberschufs an Harnsäure auf dem Filtrum gesammelt worden, sondern es hatte ein geringer Verlust stattgefunden. Dieser betrug 0,0028 Grm. oder auf 73 Grm. der angewendeten Harnflüssigkeit berechnet 0,04 p. M., und bei 30 p. M. der darin enthalten angenommenen festen Harnbestandtheile 0,13 Proc.

Diese drei Versuche differiren um etwas mehr, als die früheren. Der Grund dafür liegt, wie aus der Färbung der Harnsäure, welche bei den verschiedenen Versuchen erhalten wurde, deutlich und klar hervorgeht, in einer gröfseren oder geringeren Fällung von Bestandtheilen des Bluts und namentlich seines Farbstoffs. Die Auflösung des Blutroths in Wasser hat bekanntlich eine sehr schön rothe Farbe, die bei Zusatz einer gewissen Menge von Essigsäure oder Phosphorsäure nur etwas dunkler wird, aber nicht in eine andere Farbennüance übergeht, obgleich die Flüssigkeit schon sehr stark sauer seyn kann. Setzt man aber derselben noch mehr Säure hinzu, so wird sie braun und etwas opalisirend. Namentlich durch das letztere wird erwiesen, dafs nun in der That etwas des Farbstoffs niedergeschlagen worden ist. Es mufs also durch einen zu grofsen Ueberschufs an Säure das Gewicht der wieder gewonnenen Menge Harnsäure vermehrt werden, und kann so hoch ausfallen, dafs diese mehr wiegt, als die angewendete Menge derselben.

Bei dem oben zuerst angeführten Versuche war die Flüssigkeit durch den Zusatz der Essigsäure etwas bräunlich geworden, bei dem zweiten dagegen wurde sie ganz

dunkelbraun und opalisirend, bei dem dritten endlich behielt sie noch ganz die schöne rothe Farbe bei Zusatz der Phosphorsäure, wurde nur dunkler.

Bei dem ersten Versuch erhielt ich genau die angewendete Menge Harnsäure wieder, der zweite lieferte dagegen einen kleinen Ueberschufs, während bei dem dritten nur wenig mehr Harnsäure wieder gewonnen wurde, als ohne Anwesenheit der Blutbestandtheile hätte wieder erhalten werden müssen.

Man sieht, dafs je mehr die Farbe der Flüssigkeit durch die hinzugesetzte Säure verändert wurde, auch um so mehr des Harnstoffs niederfiel. Da nun ferner der Grad der Farbenveränderung von der Menge der Säure abhängt, welche zur Fällung der Harnsäure angewendet wird, so ist klar, dafs man, um die Mitfällung des Blutfarbstoffs mit der Harnsäure möglichst zu vermeiden, die Säure in möglichst geringem Ueberschufs hinzufügen mufs. Man mufs also zu der Flüssigkeit von der Essigsäure oder Phosphorsäure zwar so viel, dafs sie stark sauer reagirt, aber dennoch nicht einen zu starken Ueberschufs davon hinzufügen.

Es geht daher aus den angeführten Versuchen hervor, dafs wenn auch die Resultate derselben nicht so genau übereinstimmen, wie diefs bei den früheren der Fall ist, dennoch der Fehler, welcher durch die Anwesenheit sämmtlicher auflöslicher Blutbestandtheile bei der quantitativen Bestimmung der Harnsäure bedingt ist, noch nicht die Gröfse erreicht, welche bei genauen chemischen Versuchen gestattet ist. Namentlich dann, wenn man einen zu grofsen Ueberschufs der zur Fällung benutzten Säure vermeidet, kann man sicher seyn, dafs die Menge des gefällten Farbstoffs die der in der Flüssigkeit gelöst bleibenden Harnsäure nicht übersteigt, dafs also mit anderen Worten jener Fehler diesen mehr oder weniger compensirt, aber nie einen Fehler im entgegengesetzten Sinne zu Wege bringt.

Galle im Harn.

Da es noch zweifelhaft ist, welche Bestandtheile der Galle eigentlich in den Harn übergehen können, ob es namentlich die eigentlichen wesentlichen Gallenbestandtheile, also Bilin oder das von Platner entdeckte Natronsalz der Gallensäure vermögen, so läfst sich hier schwer ein Versuch anstellen, durch den mit Sicherheit entschieden werden könnte, ob die Bestimmung der Harnsäure nach der angeführten Methode auch in gallehaltigem Harn nicht zu grofse Fehler veranlafste. Das Einzige, was zu thun übrig blieb, war, zu untersuchen, ob die Gallenflüssigkeit im Ganzen einen Einfluſs auf die Genauigkeit jener Methode ausüben kann. Allein weder Lehmann, noch ich, konnte jemals andere Gallenbestandtheile im Harn auffinden, als Gallenbraun, indem namentlich es uns niemals gelang, mittelst der neulich von Pettenkofer [1]) angegebenen Methode zur Auffindung der Galle die Anwesenheit anderer Bestandtheile derselben im icterischen Harn nachzuweisen. Es würde daher aus diesem Versuch wohl für den Fall, wenn die Gegenwart keines der Bestandtheile der Galle in Methode der Bestimmung der Harnsäure einen Fehler einführte, die Brauchbarkeit derselben auch für den icterischen Harn erwiesen werden können; umgekehrt aber würde man nicht schliefsen dürfen, dafs, wenn man aus einer, sämmtliche Gallenbestandtheile enthaltenden Flüssigkeit nach jener Methode eine bedeutend von der verschiedene Menge Harnsäure wieder erhielte, welche man hineingebracht hatte, die Unbrauchbarkeit derselben für icterischen Harn bewiesen wäre.

Meine Versuche mit Galle geben nun in der That eine viel gröfsere Differenz der angewendeten und wieder abgeschiedenen Harnsäure, als bei den oben angeführten Versuchen; eine so grofse, dafs dadurch die Unbrauchbarkeit dieser Methode für die quantitative Bestimmung derselben im icterischen Harn zwar nicht erwiesen, aber doch auch

1) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 52, S. 90.

umgekehrt ihre vollkommene Genauigkeit nicht festgestellt wird. Es ist auch nicht zu hoffen, dafs diese Frage so bald erledigt werden wird, da wir in der Kenntnifs der Galle noch zu weit zurück sind, um mit Sicherheit die einzelnen Bestandtheile derselben im Harn auffinden zu können. Es wird sich also, wenn man auch wüfste, welcher Bestandtheil der Galle es ist, der jene Differenzen bei der Harnsäurebestimmung veranlafst, auf keine Weise bis jetzt nachweisen lassen, ob dieser Stoff im galligen Harn wirklich vorhanden ist oder nicht.

Die Versuche stellte ich eben so an, wie ich sie bei Gegenwart von Eiweifs oder Blutbestandtheilen ausgeführt habe. Der Lösung des Eiweifses substituirte ich nur eine Lösung von Galle, die durch etwas Essigsäure von dem Schleim befreit worden war. Zur Fällung der Harnsäure wendete ich bei den zwei ersten unten angeführten Versuchen nur Essigsäure an. Da aber die Resultate derselben nicht meinen Erwartungen entsprachen, so substituirte ich dieser Säure bei den beiden letzten die Salzsäure.

So erhielt ich von 0,2185 Grm. Harnsäure nur 0,2039 Grm. wieder. Der Verlust beträgt also 0,0146 Grm., was auf 67 Grm. der angewendeten Flüssigkeit, aus welcher die Säure abgeschieden worden war, 0,22 p. M. beträgt, und bei der Annahme, dafs 30 p. M. fester Bestandtheile im Harn enthalten wären, 0,73 Proc. derselben betragen würde.

Bei einem zweiten Versuche erhielt ich von 0,1837 Grm. Harnsäure nur 0,1663 Grm. wieder. Die Differenz beträgt 0,0174 Grm., oder, da die Menge der Flüssigkeit, aus der sie ausgeschieden worden war, 69 Grm. betrug, 0,25 p. M. dieser Flüssigkeit, oder auf 30 p. M. fester Harnbestandtheile berechnet, 0,84 Proc.

Von 0,1722 Grm. Harnsäure wurden bei einem dritten Versuche, trotz dem, dafs dieselbe durch Salzsäure und nicht durch Essigsäure gefällt worden war, doch nur 0,1563 Grm. wieder gewonnen. Die Differenz beträgt 0,0159 Grm., die Flüssigkeit, aus der die Harnsäure abgeschieden war, wog 66 Grm. Der Verlust betrug also 0,24 p. M. dersel-

ben, oder 0,80 Proc. des festen Harnrückstandes, wenn der Gehalt des Harns an demselben zu 30 p. M. angenommen wird.

Bei dem letzten Versuche endlich erhielt ich von 0,1923 Grm. nur 0,1813 Grm. Harnsäure wieder. Die Differenz ist 0,011 Grm., oder auf 61 Grm. künstlicher Harnflüssigkeit berechnet, 0,18 p. M. Dieſs würde bei einem Gehalt derselben an festen Bestandtheilen von 30 p. M. 0,6 Proc. derselben betragen.

Man ersieht aus diesen Versuchen, daſs die Differenzen, welche durch die Anwesenheit der Galle im Harn veranlaſst werden, bedeutend höher ausfallen, als in allen früher angeführten Fällen. Ob aber der Fehler bei Untersuchung von icterischem Harn jemals so hoch ausfallen kann, wie er in den eben angeführten Versuchen sich zeigt, darüber kann ich bis jetzt noch nicht entscheiden, da es ungewiſs bleibt, ob der Stoff, welcher die vollständige Fällung der Harnsäure verhindert, wirklich im Harn vorkommen kann. Wahrscheinlich ist es jedoch nicht, daſs der Fehler wirklich diese Höhe erreichen könne, schon deswegen, weil im Harn doch immer nur unbedeutende Mengen Galle enthalten seyn können. Die Fehlergränze, welcher man nach meinen Versuchen ausgesetzt ist, wenn man icterischen Harn nach der angeführten Methode auf seinen Gehalt an Harnsäure untersucht, beträgt also höchstens 0,25 p. M. des angewendeten Harns.

Die Resultate, welche sich aus dieser Arbeit ergeben, sind folgende:

1) Sowohl im normalen Harn, als bei Anwesenheit von Traubenzucker, Eiweiſs, sämmtlichen löslichen Blutbestandtheilen im Harn kann die Menge der Harnsäure einfach dadurch bestimmt werden, daſs man sie durch eine Säure niederschlägt.

2) Als Fällungsmittel erfüllt Salzsäure vollkommen ihren Zweck, wenn nicht Eiweiſs in der Flüssigkeit zugegen ist. Bei Anwesenheit desselben ist die Essigsäure oder die gewöhnliche Phosphorsäure am brauchbarsten.

3) Der Verlust, welcher durch die nicht vollkommene Unlöslichkeit der Harnsäure in Wasser bedingt ist, beläuft sich auf 0,09 p. M. der angewendeten Harnflüssigkeit, und dieser Verlust wird bei Anwesenheit von Traubenzucker, Eiweifs, löslichen Blutbestandtheilen nicht vergröfsert. Wohl aber wird derselbe in allen diesen Fällen theilweise compensirt durch den Gewichtszuwachs, welchen die Harnsäure durch den mit niederfallenden, sie färbenden Stoff erfährt.

4) Die Gegenwart von Galle im Harn dagegen kann möglicherweise einen gröfseren Verlust bei der Harnsäurebestimmung veranlassen. Doch wird derselbe gewifs nie mehr als 0,25 p. M. der angewendeten Harnflüssigkeit betragen.

XII. *Notiz über die Salpetersäure als Reagens auf Gallenbraun; von W. Heintz.*

Es ist bekannt, dafs die Salpetersäure ein viel gebrauchtes Reagens ist, um die Gegenwart der Galle in irgend einer Flüssigkeit nachzuweisen. Man giebt an, dafs solche Flüssigkeiten dadurch zunächst grün, dann blau, violett, roth und endlich gelb gefärbt werden, und es ist diefs in den meisten Fällen ganz richtig. Allein nicht in *allen* Fällen bewirkt die Salpetersäure bei Gegenwart von Gallenbestandtheilen jene Farbenveränderung. Zunächst mufs berücksichtigt werden, dafs jene Reaction nicht durch die eigentlich wesentlichen Bestandtheile der Galle veranlafst wird, sondern durch das Gallenbraun, welches Simon Biliphäin [1]), Berzelius dagegen Cholepyrrhin [2]) nennt. Wenn man also durch Salpetersäure keine Farbenveränderung hervorbringen kann, so ist, streng genommen, dadurch nur die

1) Simon's Handbuch der angewandten medicinischen Chemie, Bd. I, S. 337.

2) Berzelius, Jahresbericht, No. 22, S. 562.

Abwesenheit des Gallenbrauns, aber nicht die jener wesentlichen Gallenbestandtheile erwiesen.

Allein jene Farbenveränderung, welche Salpetersäure in Flüssigkeiten hervorbringt, die Gallenbraun enthalten, bliebe doch wenigstens ein sicheres Kennzeichen für die Gegenwart dieses Stoffs, wenn sie wirklich in jedem Fall einträte.

XIII. *Ueber den relativen Werth der practischen üblichen Methoden, das specifische Gewicht einer Flüssigkeit zu ermitteln, und ein neues Hydrometer;*

von Prof. Dr. Alexander in München.

Das specifische Gewicht der Flüssigkeiten steht mit deren Güte oder Stärke und in sofern auch mit ihrem relativen Werthe in so nahem und innigem Zusammenhange, dafs man von jeher eifrigst bemüht gewesen ist, je nach dem Zustande der Wissenschaft Mefsinstrumente und Apparate in die Praxis hinüberzuführen, welche zu derlei Untersuchungen geeignet sind.

Bekanntlich bediente man sich hierzu bisher entweder einer sehr empfindlichen sogenannten hydrostatischen Wage, oder man benutzte kleine Fläschchen, die eine bestimmte Gewichtsmenge einer Flüssigkeit fassen und unter dem Namen Granfläschchen bekannt sind; oder man gebrauchte endlich die Aräometer oder Senkwagen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dafs unter allen Methoden die der hydrostatischen Wage die schärfsten Resultate liefern mufs; allein es kommt hier vor Allem auf den Grad der Empfindlichkeit der Wage und die Genauigkeit ihrer Bedienung an, Bedingungen, welche in vorkommenden Fällen der Praxis meistens unerfüllt bleiben. Nicht Jedermanns Sache ist es nämlich, mit feinen Wagen umzugehen, und

der Preis der letzteren ist proportional ihrer Empfindlichkeit. Es wirken bei feinen Wägungen so viele Umstände zusammen, dafs nur eine geübte Hand auf diesem Wege scharfe Resultate erlangen wird.

Die zweite Methode, das specifische Gewicht einer Flüssigkeit zu finden, nämlich durch die sogenannten Granfläschchen, so einfach sie erscheint, wenn einmal ermittelt ist, wie viel Wasser das Gläschen genau fafst, leidet doch am nämlichen Gebrechen für die Praxis, wie die vorige; nämlich es ist eine empfindliche Wage nöthig und genaue Wägung absolut erforderlich.

Die Bestimmung des spec. Gewichts durch *Aräometer*, ohne Zweifel die einfachste und bequemste, daher auch üblichste Methode, ist darum aber nicht auch die sicherste und genaueste, vielmehr beschränken die Temperatur der Flüssigkeit, die Erscheinungen der Adhäsion, die Stabilität des Instruments und mancherlei andere Umstände die Genauigkeit der erhaltenen Resultate, so dafs vorerst eigene Correctionen angewendet werden müssen, ehe das Resultat als das wahre erklärt und angenommen werden kann. Zwar geben einige auf sorgfältige Versuche gegründete Tabellen, z. B. jene nach Hallström und Stampfer über die Ausdehnung des Wassers, jene von Muncke über die Ausdehnung der Schwefelsäure, dann die höchst schätzbaren Tafeln von Tralles über die Ausdehnung und spec. Gewichtsänderung des Alkohols bei verschiedenen Temperaturen gewifs sehr gewünschte Anhaltspunkte zur Bestimmung des Einflusses der Temperatur dieser Flüssigkeiten auf ihr spec. Gewicht, und nicht schwer wird es, sich Aräometer zu verschaffen, auf denen dieser Einfluſs unmittelbar angegeben und zur Einrechnung auf einer eigenen Scala quantitativ bestimmt ist. Allein solche Instrumente enthalten, wenn sie überhaupt verlässig seyn sollen, immer nur die Correctionen für die Temperatur *bestimmter*, aber nicht *aller* Flüssigkeiten, da letztere für eine *gleiche* Temperatur sich *ungleich* ausdehnen, daher auch ungleich leichter werden, weshalb das Instrument (Aräometer) auch ungleich eintaucht.

Das von der Königl. Academie ausgegebene Alkoholometer ist gewifs eben so werthvoll als bequem eingerichtet. Die derartigen Untersuchungen über *einige* Flüssigkeiten sind gleichsam als geschlossen zu betrachten. Dahin gehören vor Allem jene über Alkohol und das bayerische Nationalgetränke, das Bier. Steinheil's optisch-aräometrische Bierprobe beweist, dafs man Bequemlichkeit der Einrichtung und des Verfahrens mit der vollen Schärfe der Wissenschaft vereinigen könne.

Inzwischen möchte ich, namentlich für Fälle der gewöhnlichen Praxis, ein Instrument empfehlen, welches mir manche nicht unwesentliche Eigenschaften zu haben scheint und vielfacher Benutzung fähig ist, wie die spätere Auseinandersetzung ohnehin näher nachweisen wird.

Zuvor jedoch das Princip! — Schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts benutzte der Physiker Peter van Musschenbroek, in Leyden, den Satz: »dafs sich die Höhen ruhig stehender Flüssigkeiten in sogenannten communicirenden Röhren verkehrt wie deren spec. Gewichte verhalten« — zur unmittelbaren Bestimmung des spec. Gewichts einer Flüssigkeit. Seit jener Zeit ist dieser Weg mehrfach betreten und auch wieder verlassen worden, insbesondere weil in der Ausführung immer zuerst ein gläserner Ballon durch eine Luftpumpe luftleer gemacht und dann durch Hähne mit jenen Gefäfsen in Verbindung gebracht werden mufste, in welchen sich die zu prüfenden Flüssigkeiten befanden.

Man hat in verschiedenen Formen das nämliche Princip zu gleichem Zwecke benutzt, meines Wissens aber nie ein *practisch*-brauchbares Instrument hiefür angegeben.

So fand unter anderen weder das Panhydrometer von Mester, noch das Litrameter von Hare practische Anerkennung und Einführung.

Beschreibung des Apparats.

Theoretisch ist der Apparat mit wenigen Worten beschrieben, wenn man sagt, es seyen hier zwei Gefäfsbarometer mit einer kleinen Luftpumpe verbunden.

Zwei Glasröhren *A* und *B*, Taf. I, Fig. 6ª, von 8 bis 10 Zoll Länge und 8 bis 10 Lin. innerem Durchmesser, stehen durch das metallene Gefäfs *C*, luftdicht bei *a* und *b* in Verbindung, letzteres aber mit einer kleinen metallenen Luftpumpe *D*. Die zwei Gläschen *E* und *F* stehen auf beweglichen Unterlagen, um sie heben und senken zu können. Die beiden Glasröhren tragen aufsen eine Theilung in Linien oder halben Linien auf dem Rohre selbst. Bei dem Gebrauche des Instruments füllt man das eine Gläschen mit destillirtem Wasser, das andere mit der zu untersuchenden Flüssigkeit, schraubt darauf die Träger *G* und *H* hinauf, bis die unteren Mündungen der Röhren *A* und *B* etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll eingetaucht sind, nun zieht man den Kolben *K* langsam in die Höhe und verdünnt somit die Luft in dem Stiefel *D*, dem Gefäfse *C* und den beiden Röhren *A* und *B* über dem Niveau der beiden Flüssigkeiten. Sogleich steigen letztere in die Höhe. Hierauf stellt man, während der Kolben *K* unverrückt stehen bleibt, die Gläschen *E* und *F* so, dafs der Nullpunkt der beiden Scalen genau im Niveau der Flüssigkeiten liegt.

Dieses Einstellen ist um so leichter, da die Scala auf dem Glase selbst angebracht ist, und das Niveau der Flüssigkeit einen Theilstrich der Scala abschneidet. Sind die Oberflächen beider Flüssigkeiten in *E* und *F* genau auf die Nullpunkte der respectiven Scala eingestellt, so liest man die Höhen der beiden Flüssigkeitssäulen ab, und dividirt die Länge der Wassersäule durch die der zu untersuchenden Flüssigkeit. Der Quotient giebt das spec. Gewicht der letzteren.

An meinem, Fig. 6ª, Taf. I, abgebildeten Apparate sind die zwei Säulen *I* und *L*, so wie die Kolbenstange *K* von Eisen, das Verbindungsgefäfs *C* aber, so wie der Stiefel *D*, von Messing; das Stativ *M* ist von Holz.

Um den Apparat zum Gebrauche bequemer und für den Ankauf wohlfeiler, zugleich aber auch leichter transportabel zu machen, gab ich ihm später die Einrichtung, wie sie in Fig. 6ᵇ, Taf. I, abgebildet ist.

Hier besteht die Hauptvorrichtung aus einem Stücke. Die beiden Röhren *A* und *B*, das Verbindungsrohr *C* und der Stiefel *D* sind von Glas und in Ein Stück zusammengeblasen. Die Kolbenstange *K* ist von Holz, und der Kolben selbst aus zusammengepreſsten Scheiben von Leder gebildet.

Mittelst des hohlen Glaszapfens *E* läſst sich das Instrument bei dem Gebrauche irgendwie auf einem Stative oder an einer Wand befestigen.

Bei dem Transporte kommt es also hier nur darauf an, die beschriebene Glasgabel einzupacken; zwei Gläschen finden sich ohnehin überall, und das Verfahren ist das nämliche, wie jenes mit dem bereits beschriebenen Apparate sub Fig. 6ᵉ, Taf. I.

Hier mögen als Zeugen für die practische Brauchbarkeit des Instruments die Resultate einiger Versuche stehen, wobei ich nur bemerken zu müssen glaube, daſs die dabei benutzte hydrostatische Wage bei 2000 Gr. Belastung mit $\frac{1}{10}$ Gr. noch einen sehr sichtbaren Ausschlag giebt, und die gebrauchten Aräometer anerkannt gute Instrumente von Greiner in Berlin und für eine Temperatur von +12° R. construirt sind.

A. Spec. Gewicht von Flüssigkeiten, welche *leichter* als Wasser sind.

1) *Weingeist* (20° Baumé); Temperatur +12° R.

a) Durch die Methode der Einsenkung eines Körpers von Bergkrystall	0,934
b) Durch die Granfläschchen	0,936
c) Durch das Aräometer	0,935
Mittel	0,935
Mit dem Hydrometer	0,9354.

Vergleicht man hiemit die Angaben der Reductionstafel der Baumé'schen Aräometergrade auf das spec. Gewicht nach Jacquin, so entspricht:

19° Baumé ein spec. Gewicht von	0,9399
20° - - - - -	0,9340
21° - - - - -	0,9274.

2) *Schwefeläther.* Temperatur +12° R.

a) Durch die Methode der Einsenkung	0,736
b) Durch die Granfläschchen	0,735
c) Durch das Aräometer	0,735
Mittel	0,7353
Mit dem Hydrometer	0,7354.

3) *Salmiakgeist.* Temperatur +12° R.

a) Durch die Methode der Einsenkung	0,984
b) Durch die Granfläschchen	0,984
c) Durch das Aräometer	0,984
Mittel	0,984
Mit dem Hydrometer	0,984.

B. Spec. Gewicht von Flüssigkeiten, welche *schwerer* sind als Wasser.

1) *Kohlensaures Kali.* Temperatur +12° R.

a) Durch die Methode der Einsenkung	1,1034
b) Durch die Granfläschchen	1,1035
c) Durch das Aräometer	1,103
Mittel	1,1033
Mit dem Hydrometer	1,1034.

2) Eine gesättigte Auflösung von chemisch reinem *Kochsalze;* Temperatur +12° R.

a) Durch die Methode der Einsenkung	1,205
b) Durch die Granfläschchen	1,205
c) Durch das Aräometer	1,207
Mittel	1,2056
Mit dem Hydrometer	1,206.

3) Ich wählte nun ferner zur genauen Prüfung absichtlich eine Flüssigkeit, deren spec. Gewicht von dem des reinen Wassers *möglichst wenig* verschieden ist, und nahm hiezu das jodhaltige Wasser aus der Adelheidsquelle in Heilbrunn bei Benediktbeuern.

Die Untersuchungen gaben:

a) Durch die Methode der Einsenkung	1,0054
b) Durch die Granfläschchen	1,0056
c) Durch das Aräometer	1,005
Mittel	1,0053
Mit dem Hydrometer	1,0055.

4) Endlich nahm ich auch jene Flüssigkeit zur Untersuchung vor, welche kürzlich Boettger in Frankfurt zur Gewinnung von chemisch reinem *Eisen* mittelst Galvanismus (Pogg. Ann., 1846, No. 1, S. 117 bis 119) empfohlen hat, nämlich eine Mischung von 2 Gewichtstheilen Eisenvitriol und 1 Gewichtstheil Salmiak zu einer vollkommen gesättigten Salzlösung.

Ich gewann folgende Resultate:

a) Durch die Methode der Einsenkung	1,167
b) Durch die Granfläschchen	1,161
c) Durch das Aräometer	1,168
Mittel	1,165
Mit dem Hydrometer	1,164.

Aus den eben beschriebenen Resultaten angestellter Versuche möchte folgen, dafs die hydrometrische Probe mit den übrigen gebräuchlichen Untersuchungsmethoden allerdings, und zwar mit Vortheil, concurriren könne.

Aufserdem dürften auch noch folgende Umstände für den Werth und die Brauchbarkeit des Instruments sprechen.

1) Bei allen derartigen Bestimmungen werden hier die Flüssigkeiten unter ganz gleichen Umständen, bei gleichem Thermometer- und Barometerstande mit der *Gewichtseinheit*, dem destillirten Wasser im vollsten Sinne des Wortes verglichen.

Enthält nämlich das eine Gläschen reines destillirtes Wasser und das andere die zu prüfende Flüssigkeit, und waren beide eine hinreichende Zeit der nämlichen Temperatur, z. B. der des Beobachtungsorts ausgesetzt, so werden zwei Flüssigkeiten bei gleicher Temperatur verglichen. Bei den gewöhnlichen Aräometern wird das Resultat nur dann richtig seyn, wenn die Untersuchung bei der Temperatur vorgenommen ward, für welche das Instrument gefertigt wurde, sonst müssen Reductionen für den gröfsten Dichtigkeitszustand des Wassers vorgenommen werden. Hier käme es für *genauere* hydrometrische Messungen darauf an, die *beiden* Flüssigkeitssäulen für die Temperatur so zu corrigiren, wie man die Barometerstände auf Null reducirt, d. h. man hätte den Ausdehnungscoëfficienten der

beiden Flüssigkeiten mit der Anzahl der Thermometergrade zu multipliciren und das Product von der beobachteten Länge der Flüssigkeitssäulen abzuziehen, ehe man die besprochene Division ausführt.

2) Zu den Untersuchungen über das spec. Gewicht der Flüssigkeiten sind besondere Aräometer für *leichtere* und *schwerere* Flüssigkeiten nöthig, und meistens enthalten die sogenannten Aräometerbestecke vier und noch mehr Aräometer; gewöhnlich zwei für leichtere und zwei für schwerere Flüssigkeiten als Wasser, wobei immer die Scala des einen die Fortsetzung von jener des anderen ist.

Mittelst des *Hydrometers* können spec. *leichtere* und *schwerere* Flüssigkeiten als Wasser untersucht werden, wie die oben aufgezählten Bespiele beweisen, ohne dafs das Instrument deshalb umständlicher und theuerer, oder die Behandlung schwieriger würde.

3) Die Adhäsionserscheinungen, welche bei den Aräometern wenigstens das Ablesen erschweren, indem sich um die Spindel herum ein ganzer Wasserberg erhebt, können durch Vergröfserung des inneren Durchmessers der beiden Röhren *A* und *B* verkleinert und gleich gemacht werden.

4) Das Instrument läfst sich wohlfeil darstellen, ist leicht zu handhaben und eben so leicht zu tranportiren.

5) Es ist eine sehr geringe Menge der zu untersuchenden Flüssigkeit nöthig, während bei den Aräometern die sogenannte Hülse fast vollgefüllt werden mufs, was in manchen Fällen lästig werden kann.

6) Da wo das Instrument für Anstalten zum Unterrichte bestimmt ist, läfst sich damit auf die einleuchtendste Weise die Existenz des *Luftdrucks* nachweisen und die Theorie des *Barometers* klar erörtern und versinnlichen. Es dürfte daher das Hydrometer in der physikalischen Sammlung wie in dem chemischen Laboratorium einer technischen Unterrichtsanstalt gleich brauchbar seyn.

7)

7) Es läfst sich ein mit dem Instrumente gemachter Versuch in der kürzesten Zeit mehrfach wiederholen, und so als Mittel ein Resultat gewinnen, welches von etwaigen Fehlern der Beobachtung frei ist. Es bedarf hierzu natürlich weiter nichts als den Kolben allmälig hinaufzuziehen und die jedesmaligen Höhen der Flüssigkeiten abzulesen.

8) Das in Fig. 6^{b}, Taf. I, abgebildete Instrument läfst sich nach jedesmaligem Gebrauche leicht vollkommen reinigen und für einen zweiten Versuch in Stand setzen, was insbesondere bei den Granfläschchen oft schwierig wird, namentlich wenn dieselben mit gesättigten Salzlösungen gefüllt waren.

Man taucht zu diesem Zwecke die Mündungen der Röhren *A* und *B* in kaltes oder warmes Wasser, bewegt den Kolben auf und ab, und wäscht so die inneren Wände durch Wasser unter Benutzung des Luftdrucks aus, d. h. man verfährt genau wie bei dem sogenannten Wischen der Gewehrläufe nach dem Feuern.

Wenn ich in diesem Aufsatze dem besprochenen und beschriebenen Instrumente den Namen »Hydrometer« gab, so geschah es der Kürze der Beschreibung wegen. Sollte indessen das Instrument als gut und brauchbar anerkannt werden, so möchte ich diesen Namen (Wasser- oder Flüssigkeitsmesser) auch für die Zukunft beibehalten wissen [1]), einmal weil alle Flüssigkeiten wirklich jeden Augenblick mit dem Wasser verglichen werden können, und weil ferner dieser Ausdruck wohl eben so bezeichnend und repräsentirend ist, als wenn man von einer Hydrostatik und Hydraulik spricht, und darin alle tropfbaren Flüssigkeiten inbegriffen wissen will.

1) Nur ist er in England schon ziemlich allgemein statt Aräometer üblich. *P.*

XIV. *Carbonites Pistomesites, kürzer Pistomesit, mit Rücksicht auf Mesitin;* von *August Breithaupt.*

Schon seit Werner's Zeiten besitzt die bergacademische methodische Sammlung zu Freiberg ein grofses Stück mit drei bis vier Zoll breiten, dünn tafelartigen Krystallen von Glanzeisenerz (Eisenglanz), welche in einem braun angelaufenen späthigen Minerale sitzen, das bisher für Eisenspath gehalten war. Dieses Stück hatte eine schlechte Lage, und ich zerschlug es, um es besser zu formatisiren. Hierbei kam von dem als Eisenspath angesprochenen Körper frischer Bruch zum Vorschein, und ich erkannte sogleich, dafs die Farbe für Eisenspath eine etwas zu lichte sey. Die nun folgende nähere Untersuchung liefs mir das Mineral als eine neue Species des grofsen Genus *Carbonites* erkennen, welche folgende Eigenschaften besitzt:

Glasglanz, dem Perlmutterglanze etwas genähert.

Schwach durchscheinend.

Farbe, Mittel zwischen dunkel gelblichweifs und gelblichgrau.

Strich farblos. An der Oberfläche, wie vieler Eisenspath, stark gebräunt.

Primärform: flaches Rhomboëder mit 107° 18′ Neigung der Flächen an Polkanten, woraus sich die Neigung der Flächen gegen die Hauptaxe zu 46° 49′ berechnet. Da die Spiegelung keine ganz vollkommene war, so kann die Bestimmung um etwa 2 Minuten von der Wahrheit abweichen. Spaltbar, nach diesem Rhomboëder, sehr deutlich. Die Individuen bilden eine sehr grobkörnige Zusammensetzung.

Härte $4\frac{3}{4}$ bis 5.

Spec. Gewicht =3,412 bis 3,417 nach drei Beobachtungen.

Aufser dem genannten Eisenerz liegen noch kleine Eisenkies-Krystalle in der zusammengesetzten Masse gleichfalls porphyrartig inne; sie zeigen namentlich Flächen von $\frac{\frac{2}{3}T\frac{1}{3}'}{2}$.

Eine von Werner geschriebene Etikette besagt, dafs das Mineral »von Thurnberg bei Flachau, im Landgerichte Radstatt in Salzburg,« sey.

Hr. Amalgamir-Probirer Fritzsche nahm die chemische Untersuchung des neuen Minerals vor, und sagte mir alsbald, dafs es nichts Neues, sondern ganz wie Mesitin (Mesitinspath) gemischt sey. Ich konnte jedoch nicht zugeben, dafs beide identisch seyen, und bat diesen Chemiker nun auch den eigentlichen Mesitin zu analysiren. Dieser hat $R = 107° 14'; 46° 46'$, die Härte 5 bis $5\frac{1}{4}$ und das spec. Gewicht 3,35 bis 3,36. Nun zeigte es sich, dafs die einzige Angabe über die Mischung des Mesitins, welche von einer brieflichen Mittheilung von Stromeyer an mich herrührt, eine wesentliche Berichtigung nöthig macht. Das neue Mineral von Thurnberg ist eine Mischung aus $\dot{M}g\ddot{C} + \dot{F}e\ddot{C}$, welche bisher für die des Mesitins galt, und wenn dieser Name nach *μεσίτης*, d. h. der Vermittler, deshalb von mir gebildet war, weil er wirklich eine Vermittlung zwischen Eisenspath und Talkspath darbot, so nenne ich nun jenen neuen Körper *Pistomesit*, nach *πιστος*, mehr, glaubhaft, zuverlässig, und *μεσον*, die Mitte, weil er das wahre Mittel zwischen $\dot{M}g\ddot{C}$ und $\dot{F}e\ddot{C}$ hält.

Die chemischen Untersuchungen der zwei allerdings verwandten Mineralien, in bekannten Methoden von Hrn. etc. Fritzsche ausgeführt, gaben folgende Resultate:

Pistomesit.

33,92	Eisenoxydul
21,72	Magnesia
43,62	Kohlensäure
99,26	

ohne Spuren von Kalkerde und Manganoxydul. Die Formel dafür ist mit unbedeutender Abweichung:

$$\dot{Fe}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}.$$

Dagegen enthält der *Mesitin* von Traversella in Piemont:

24,18	Eisenoxydul
28,12	Magnesia
1,30	Kalkerde
45,76	Kohlensäure
99,36	

Hierfür ist die annähernde Formel:

$$2\dot{Mg}\ddot{C} + \dot{Fe}\ddot{C}.$$

Demnächst wird die Bekanntmachung noch eines neuen ähnlichen Karbonits folgen, welcher jedoch aus kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurem Eisenoxydul besteht.

XV. *Der Hauerit, eine neue Mineralspecies; von W. Haidinger.*

Der Hauerit gehört in die Mohs'sche Ordnung der Blenden, er ist manchen wirklichen braunen Zinkblenden ungemein ähnlich. Seine Krystalle gehören in das Tessularsystem; es sind theils reine Octaëder, theils Combinationen mit dem Hexaëder und kleinen Flächen von Granatoïden, Pyritoïden und Diploïden. Der k. k. Hr. Hofconcipist Berghofer besitzt zwei Stücke, die er freundlichst zur Untersuchung mittheilte, darunter ein vollständiges, um und um ausgebildetes Octaëder von $\frac{3}{4}$ Zoll Axe, das schönste was man in der Art sehen kann. Die Theilbarkeit findet parallel den Würfelflächen mit grofser Leichtigkeit statt. Bei metallähnlichem Diamant und unvollkommenem Metallglanz ist die Farbe dunkel röthlichbraun bis bräunlichschwarz, in den dünnsten Theilungsblättchen nur schwach bräunlich-

roth durchscheinend. Der Strich ist bräunlichroth. Die Härte =4,0, der des Flufsspaths; das spec. Gewicht, nach v. Hauer, 3,463.

In einer Glasröhre vor dem Löthrohre wird viel Schwefel verflüchtigt, und es bleibt eine grüne Probe zurück, die sodann mit Schwefelwasserstoffentwicklung in Säuren löslich ist. Für sich wird diese Probe oberflächlich vor dem Löthrohre wieder braun. Die Probe mit Phosphorsalz wird, wie bei der Manganblende von Nagyág, erst dann in der äufseren Flamme violett, wenn schon alles Schwefelmangan zerlegt ist. Auf dem Platinblech mit Soda erhält man die Manganreaction. Die Mischung scheint demnach eine höhere Schwefelungsstufe des Mangans zu seyn, und zwar geleitet durch den Isomorphismus mit dem Pyrit oder Eisenkies, der selbst FeS_2 ist, dürfte für den Hauerit die Formel MnS_2 gelten.

Merkwürdigerweise ist die Form des bisher einzig in der Natur bekannten Schwefelmangans (Manganblende, Alabandin) von Nagyág, dessen Mischung MnS ist, ebenfalls tessularisch und deutlich parallel den Würfelflächen theilbar. Aber der Alabandin ist mehr halbmetallisch im Glanze, hat einen grünen Strich und giebt in der Glasröhre vor dem Löthrohre keinen Schwefel ab. Der Fundort des Hauerits ist das vor wenig Jahren erst wieder eröffnete ärarialische Schwefelwerk zu Kalinka bei Végles, unweit Altsohl in Ungarn. Die Krystalle kommen einzeln, oder in eingewachsenen Gruppen und Kugeln, ähnlich gewissen Schwefelkieskugeln, in Thon und Gyps zum Theil mit schön gelbem, beinahe durchsichtigem Schwefel vor.

Bei der Namengebung leiteten zwei Beziehungen, einmal die Anerkennung der hohen Verdienste Sr. Excellenz des Hrn. Geheimenrath und Vicepräsidenten Joseph Ritter v. Hauer, und dann die des Antheils, welchen der Sohn, Hr. Franz Ritter v. Hauer, an der Feststellung der Species genommen. Die Stücke waren nämlich zuerst von Hrn. Karl v. Adler, k. k. Bergwesenpracticanten, damals in Kalinka, beachtet worden, und von ihm wurden sie

mehreren Personen mitgetheilt. Der k. k. Hr. Oberberg rath Wisner und Hr. v. Adler selbst gaben auch Stück an das k. k. montanistische Museum. Der Verf. hatte di Krystalle wegen Farbe, Form, Strich, Gruppirung für ver witterten Schwefelkies genommen, aber Hr. von Hauer machte ihn noch auf die vollkommene hexaëdrische Theilbarkeit aufmerksam, worauf die weitere Untersuchung über die Eigenthümlichkeit dieser schönen und merkwürdigen Species keinen Zweifel übrig liefs.

Der Hauerit, erst kürzlich aufgefunden, gehört noch zu den Seltenheiten, und wird vielleicht bei den Verhältnissen seines Vorkommens immer dazu gezählt werden müssen. Doch sieht der Verf. für das k. k. montanistische Museum mit Vergnügen directen Einsendungen des k. niederungarischen Oberstkammergrafenamtes entgegen. Nach Hrn. Adolph Patera's Analyse sind die Bestandtheile: Schwefel 53,64, Mangan 42,97, Eisen 1,30, Kieselerde 1,20 = 99,1 Das Eisen als Schwefelkies berechnet und abgezogen, bl für 100 Theile:

	Gefunden.	Berechnet.
Schwefel	54,801	53,7
Mangan	45,198	46,3.

XVI. *Beiträge zu magnetischen Ortsbestimmungen; von D. Lamont.*

Im 69. Band dieser Annalen ist von Dr. Langberg eine sehr interessante Reihe magnetischer Intensitäts-Beobachtungen mitgetheilt worden, die er auf einer Reise nach England, Frankreich und Deutschland in den Jahren 1843 und 1844 angestellt hat. Ich finde mich dadurch veranlafst, einige, theils von Dr. Ångström, theils von mir erhaltene analoge Bestimmungen hiemit zu veröffentlichen; ich gehe dabei von der Ansicht aus, dafs es bei dem gegenwärtigen

Stande unserer magnetischen Kenntnisse von wesentlichem Vortheile ist, die Resultate *verschiedener* Beobachter, besonders wenn sie mit verschiedenen Hülfsmitteln gewonnen sind, vergleichen zu können. Nur dadurch wird man ein richtiges Urtheil über die Sicherheit der Bestimmungen selbst, und Normen für künftige Arbeiten derselben Art erlangen.

Zuvörderst bemerke ich, dafs ich der Vergleichbarkeit wegen für zweckmäfsig gehalten habe, Dr. Langberg's Beobachtungen auf eine bestimmte Epoche — den 1. Jan. 1845 — wie ich es auch bei den andern vorhin erwähnten Beobachtungen früher gethan hatte, zu reduciren. Dabei legte ich die stündlichen Aufzeichnungen des Münchener Observatoriums zu Grunde. Diefs ist nun entschieden ungenau, weil weder der Stand für eine gegebene Zeit aus den nur von Stunde zu Stunde gemachten Aufzeichnungen abgeleitet werden kann, noch weniger die magnetischen Variationen als überall gleich anzunehmen sind. Zur Vergleichung ist aber eine Reduction auf dieselbe Epoche unbedingt nothwendig, und ich habe mich überzeugt, dafs man auf die angedeutete Weise jedenfalls der Wahrheit *näher* kommt, als wenn man die Reduction unterläfst. Insbesondere wird man in der ausführlichen Darstellung meiner Resultate [1]) die Nachweisung finden, dafs für Declinations-Bestimmungen die Sicherheit der Reduction weit gröfser ist, als die Sicherheit der Beobachtungen selbst, wenn letztere nicht unter besonders günstigen Umständen (etwa in einem magnetischen Observatorium) gemacht sind. Hier folgen nun die Werthe der mittleren Horizontal-Intensität am 1. Januar 1845, wie sie aus den verschiedenen Messungen sich ergeben:

Langberg's Bestimmungen.

Kopenhagen	1,6545	Paris	1,8372
London	1,7191	Bonn	1,8001
Cork	1,6486	Tübingen	1,9048
Brüssel	1,7710	Bern	1,9625

1) Abhandl. der Königl. bayr. Academie d. Wissensch., Bd. V, Abth. I.

Genf	1,9837	München	1,9386
Mailand	2,0345	Wien	1,9731
Venedig	2,0674	Prag	1,8740
Roveredo	2,0317	Dresden	1,8377.

Lamont's Bestimmungen.

Stuttgard	1,8870	Aachen	1,7810	London Greenwich	1,7250
Tübingen	1,9034	Brüssel	1,7662	Woolwich	1,7197
Mannheim	1,8568	Utrecht	1,7278		
Bonn	1,7941	Leiden	1,7234		

Ångström's Bestimmungen.

Augsburg	1,9299	Tübingen	1,9011
Ulm	1,9186	Strafsburg	1,8909
Stuttgart	1,8969	Paris	1,8355
Brüssel	1,7664	Altona	1,7262
Bonn	1,7926	Kopenhagen	1,6548
Göttingen	1,7849		

Aufser den Intensitäts-Bestimmungen habe ich auch an jeder Station die Declination beobachtet, und zwar zuvörderst den Winkel zwischen dem magnetischen Meridian und einer terrestrischen Mire. Diejenigen Orte, wo ich das Azimuth der terrestrischen Mire erhalten konnte, folgen hier, und zwar nach der oben angedeuteten Weise auf den 1. Januar 1845 reducirt:

Tübingen	17° 50′,0	Brüssel	21° 15′,1	Leiden	20° 47′,3
Mannheim	18 12,8	Utrecht	20 19,0	London, Greenwich	23 3,9

Dr. Langberg führt bei Darstellung seiner Messungen in Brüssel eine Stelle aus dem *Mém. de l'Academie R. de Bruxelles pour* 1845 an, wornach aus den Ablesungen (n) des Bifilars daselbst die absolute Intensität sich fände durch die Formel $1{,}7547 + 0{,}000356\,n$, und der Werth der Constante, 1,7547, aus meinen Beobachtungen hervorgegangen sey.

Aus dem Vorhergehenden wird man ersehen, dafs hier ein Druckfehler der Brüsseler Memoiren zu Grunde liegt, und 1,7647 anstatt 1,7547 gesetzt werden mufs. Darnach reducirt sich der Unterschied zwischen Dr. Langberg und mir für Brüssel auf 0,0063, oder nach meiner Reduction

auf 0,0048. Die analogen Unterschiede betragen für Bonn 0,0061, Tübingen 0,0014, München 0,0006 (mit Ausschluſs des letzten Tages). In allen Fällen sind Dr. Langberg's Intensitäten gröſser als die meinigen. Hier muſs indessen bemerkt werden, daſs die Constante von Dr. Langberg's Cylinder in Christiania bestimmt wurde durch Vergleichung mit Hansteen's absoluten Messungen, wobei, wie ich zu vermuthen Grund habe, die Induction nicht in Rechnung gebracht worden ist. Nach einer von mir an einem Göttinger 4pfündigen Stabe vorgenommenen Bestimmung betrug der Inductions-Coëfficient dieses Stabes 0,00205. Ist die obige Vermuthung begründet, und setzt man bei den von Hansteen gebrauchten Stäben dieselbe Beschaffenheit voraus, wie bei dem von mir untersuchten Göttinger Stabe, so wären die absoluten Bestimmungen Hansteen's um $\frac{1}{633}$ zu vermindern. Die Uebereinstimmung zwischen meinen Messungen und denen Langberg's würde hiedurch weit vollkommener werden.

Was die Unterschiede zwischen Dr. Ångström's Resultaten und den meinigen betrifft, so fallen sie innerhalb der Gränzen, die man billigerweise für Beobachtungen dieser Art festsetzen kann, mit Ausnahme von Stuttgart. An dieser Station muſs jedoch bemerkt werden, daſs Ångström in der Stadt, und zwar in einer kaum günstigen Umgebung beobachtet hat, wogegen ich auf einem *Felsen* auſserhalb der Stadt die Intensitäts-Bestimmung vorgenommen habe: Local-Einflüsse sind also hier wenigstens nichts weniger als unwahrscheinlich.

XVII. *Die Wirkung der ungleichen Erwärmung auf die Richtung des Windes und die Wärmewirkung des Mondes;*

vom Dr. Buijs-Ballot zu Utrecht.

In meinem früheren Aufsatz über die Drehung des Windes [1]) habe ich aus vierzig Jahrgängen der ältesten Beobachtungen, die man kennt, die Gröfse der Drehung, welche die Windesrichtung, je nach der geographischen Breite des Orts, der Richtung, Veränderlichkeit und Stärke des Windes, im Sinne der scheinbaren Sonnenbewegung erleidet, für die einzelnen Jahreszeiten hergeleitet und mitgetheilt. Es war diefs jedoch nur ein Nebenresultat der Arbeit, die ich unternommen hatte, und die ich nunmehr wage dem Publikum zu übergeben.

Wie bekannt zeigt sich auf Inseln und an Küsten der Kontinente die Erscheinung, dafs jeden Tag, sobald das Land wärmer wird als das Meer, ein Seewind entsteht, der Abends seine gröfste Stärke erlangt, nach Mitternacht aber wieder von einem Landwind verdrängt wird [2]). Was hier an einem Tage geschieht, vermuthete ich, werde auch während der Rotationsperiode der Sonne (oder, wie ich glaube, des Sonnenringes) [3]) geschehen müssen.

1) Annalen, Bd. 68, S. 417 und 553.

2) Was die tägliche Drehung des Windes betrifft, so ist sie für Holland durch die Untersuchung des Hrn. van Rees (*Uitkomst der meteorologische Waarnemingen gedaan te Utrecht*) und die des Herrn Wenckebach (*Sur la direction et l'intensité moyenne du vent en Neerlande et leurs variations tant régulières qu'irrégulières*) jetzt über allen Zweifel erhoben, und aus den Windverhältnissen in Holland wird man wohl auf die in andern Ländern von ähnlicher Lage einen Schlufs ziehen dürfen. Ich habe noch dreifsig Jahre als neue Zeugen hinzutreten lassen, da ich es mit leichter Mühe thun konnte; sonst bedürfte die Thatsache keiner weiteren Bestätigung, da jene hochgeachteten Naturforscher nichts als völlig Erwiesenes aus ihren Händen geben.

3) Ich habe die Ursache der Temperaturdifferenz in der ungleichen Dicke

Wenn nämlich, zufolge dieser Rotationszeit von 27,682 Tagen, die Erde in der einen Hälfte der Periode mehr Wärme auffängt als in der andern, so mufs von dem Ueberschufs über die mittlere Wärme dem Lande mehr als der See zugeführt, und während der kälteren vierzehn Tage die See weniger als das Land erkaltet werden. Es wird also nach der wärmeren Zeit ein Seewind und nach der kälteren ein Landwind entstehen müssen, und diese Winde, in Richtung und Stärke mit dem herrschenden Winde zusammengesetzt, werden eine Resultante geben, welche sich mehr dem absoluten See- oder Landwind anschliefsen mufs als dieser. Die Richtung des Windes mufs also eine Periode von der nämlichen Dauer haben als ich für die Temperatur nachgewiesen habe. Wenn aber diese Periode wirklich nachgewiesen wird, so kann sie wiederum zur Bestätigung der Temperaturperiode dienen.

Von diesem Gesichtspunkte aus untersuchte ich die Beobachtungen von Musschenbroek, worin für die Jahre 1729 bis 1758 die Winde mit ihren Intensitäten nach Schätzung angegeben sind. Ich habe jedem Winde die beigelegte Intensität gelassen, und diese sowohl wie seine Richtung für die verschiedenen Tage der Periode zusammengestellt, dann mit der Richtung und Intensität, welche der Wind an correspondirenden Tagen besafs, combinirt, und daraus nach der Lambert'schen Formel die mittlere Windesrichtung für jeden Tag oder 28sten Theil der Periode berechnet. Correspondirende Tage nenne ich solche, welche dieselbe Epoche haben, zwischen welchen also eine ganze Zahl von Perioden liegt. Anfangs liefs ich für je-

eines aus planetarischer Masse bestehenden Ringes um die Sonne gesucht, die Periode also als abhängig von der Rotationszeit dieses Ringes betrachtet. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs es solcher Ringe mehre giebt, und dafs einer von ihnen bei totalen Sonnenfinsternissen am Rande des Mondes sichtbar wird. Vergleiche die Erklärung, welche Arago im *Annuaire du Bureau des Longitudes, p.* 1846, gegeben hat, wo er von Wolken spricht, die sich über der Photosphäre der Sonne befinden, und im *L'Institut, No.* 36, wo der Verfasser, ganz unabhängig von mir, auf die von mir aufgestellte Hypothese verfällt.

den Monat die correspondirenden Tage gesondert, um zu erfahren, ob die Wirkung in verschiedenen Monaten gleich oder ungleich sey, z. B. in den Sommermonaten gröfser als in den Wintermonaten, da auch im Sommer die Temperaturdifferenz zwischen den wärmsten und kältesten Tagen gröfser ist als im Winter; allein ich bemerkte bald, dafs die Drehung zu gering sey, und so habe ich denn die Monate gehörig zusammengestellt. Diefs hat veranlafst, dafs ich immer nur den 2ten bis 29sten Tag eines jeden Monats beachtete, den 3ten, 30sten und 31sten aber vernachlässigte. Jede der von mir angegebenen Windesrichtungen ist also die mittlere aus 30×12 Perioden, und, da an jedem Tage drei Mal beobachtet ward, aus 1080 Windrichtungen.

Allein auch jetzt waren die Unregelmäfsigkeiten noch zu grofs, wie man aus der ersten Spalte der folgenden Tafel ersehen kann; um sie besser verschwinden zu machen, habe ich jedesmal vier auf einander folgende Tage componirt. Man findet also in der dritten Spalte der Tafel für den ersten Tag der Periode, welche mit dem 2. Januar 1729 correspondirt, die mittlere Windesrichtung aus allen, welche am 2., 3., 4. und 5. Januar und an den correspondirenden Tagen beobachtet worden sind; eben so in der Zeile für den zweiten Tag die, welche am 3., 4., 5. und 6. Januar und an correspondirenden Tagen beobachtet worden sind u. s. w.

Auf die nämliche Weise verfuhr ich mit den Jahren 1759 bis 1789, wozu ich die in Swanenburg angestellten Beobachtungen benutzte. Diese 31 Jahre hatte ich nicht auf die Temperatur untersucht, und ich wollte nun sehen, ob dieselbe Periode auch in directer Weise durch die Windesänderung bestätigt werden würde. Und wirklich war diefs der Fall, denn nach den Tagen, welche die wärmsten seyn sollten, drehte sich der Wind am meisten nach NW., und nach den kältesten entfernte er sich am meisten von dieser Richtung.

Diese 31 Jahre habe ich in zwei Gruppen zerfällt, und jede für sich berechnet, mit Beachtung der angegebenen

tensitäten, welche für die letzten 15 Jahre ganz anders
id geringer geschätzt worden sind als für die 16 ersten.
eberdiefs habe ich die 31 Jahre noch insgesammt in der
ypothese berechnet, dafs alle Intensitäten = 1 seyen. Ich
at diefs in der Absicht, um beide Methoden mit einander
:rgleichen zu können. Bei allen Untersuchungen der Art
id bisher immer die Intensitäten = 1 gesetzt worden, und
ı mufste also beweisen, dafs auch mit Anwendung der
schätzten Intensitäten vergleichbare Resultate erhalten
ırden. Offenbar sind die vor beinahe hundert Jahren
machten Schätzungen schlecht; allein ich glaube doch, dafs
: mehr mit der Wahrheit übereinkommen, als wenn man
e Kraft eines Sturmes mit der eines kaum wahrnehm-
ıren leisen Windes gleich anschlägt.

Für diese Jahre habe ich jeden Tag gesondert gehalten,
ı eine Uebersicht zu geben von den noch übrig gebliе-
ınen grofsen Unregelmäfsigkeiten, die aus den mannich-
ltigen Störungen hervorgehen, aber doch nicht im Stande
id das Gesetz zu verdecken, welches vielmehr deutlich
die Augen springt.

Mit Rücksicht auf die angegebenen Intensitäten.					Die Intensität = 1 gesetzt.		Mit Rücksicht auf die Intensität.	
am u. resp. age.	1729 bis 1758 Einzelne Tage.	4 Tage comb.	1758 bis 1774. Einz. Tage.	4 Tage comb.	1758 bis 1789. Einz. Tage.	4 Tage. comb.	1774 bis 1789. Einz. Tage.	4 Tage comb.
	118° 20′	90° 12′	44° 5′	53° 48′	68° 8′	71° 50′	77° 12′	83° 35′
	87 2	93 13	59 30		54 8		62 15	
	79 8	92 50	64 41		68		65 42	
	80 52	85 8	42 12	59°	65 10	71° 25′	71 23	72° 32′
	112 30	82 56	51 55		62 25		79 8	
	95 35	71 35	67 30		71 35		71 19	
	80 56	63	77 16		85 23		78 30	
	48 35	69 22	59 18	61° 11′	75 50	74° 31′	83 44	79° 58′
	79 18	69 23	56 14		76 36		75 44	
	74 48	72 2	60 48		67 30		78 38	
	52 12	79 35	50 44		62 28		64 20	
	72 11	79 9	52 43		54 54		69 46	
	77 45	77 16	56 50	55° 56′	70 10	62° 41′	73 25	67 59′*
M.T.	85° 16′	78° 31	59° 20′		68 25		63° 40	

Mit Rücksicht auf die angegebenen Intensitäten.					Die Intensität =1 gesetzt.		Mit Rücksicht auf die Intensität.	
Datum u corresp. Tage.	1729 bis 1758 Einzelne Tage.	4 Tage comb.	1758 bis 1774. Einz Tage.	4 Tage comb.	1758 bis 1789. Einz. Tage.	4 Tage. comb.	1774 bis 1789. Einz. Tage.	4 Tage comb.
16	80° 18′	82° 2′	66° 50′		79° 25′		79° 15′	
17	74 22	85 9	72 30	62° 14′	76	72° 6′	77 12	72° 27′
18	65 10	92 20	50 9		56 20		62 5	
19	90	91 32	54 40		68 55		78 44	
20	98 30	84 50	67 15		68 52		62 29	
21	80	91 8	79 54	71° 1′	83 2	77° 40′	70 28	73° 28′
22	99 45	91 5	65 43		82 16		89 19	
23	89 30	87 13	68 29		72 6		63 52	
24	76 42	93 30	67 40		78 40		96 55	
25	105 30	91 17	74 8	71° 8′	83 24	83° 13′	86 40	89° 13′ **
26	99 40	94 10	77 47		87 51		85 8	
27	71 10	97 19	63 54		93 56		97 44	
28	96 55	93 28	57 40		81 36		73 45	
29 K. T.	96° 15′	88° 59	67°	53° 40′	76° 40′	71° 58′	83° 10	83° 35′
2	118 20	90 12	44 5		68 8		77 12	

[Die Grade zählen von Süd nach West herum; W. T. bedeutet: *wärmster Tag* der Periode; K. T. *kältester Tag* derselben. — Die mit * bezeichnete Windesrichtung ist die *südwestlichste*, die mit ** die *westlichste*.]

Trotz der Unregelmäfsigkeiten, die sich in den obigen Zahlen finden, ist doch der regelmäfsige Gang des Windes nach und von NW. nicht zu verkennen. Auch sind die Unregelmäfsigkeiten nicht so grofs, wie sie scheinen, da die Winde von abschweifender Richtung auch nur kleine Intensitäten haben; diefs erhellt aus den mittleren Windesrichtungen von vier aufeinanderfolgenden Tagen, welche sonst nicht so viel regelmäfsiger seyn könnten als die Zahlen, aus denen sie genommen sind.

Ich habe die Intensitäten des Windes nicht für *jeden* Tag der Periode berechnet, weil eine neue dafür eingerichtete Tafel ohne Zweifel etwas Analoges mit der während des Tages stattfindenden Zu- und Abnahme zeigen würde. Die folgende Tafel, in welchen ich immer sieben Tage zusammengefafst habe, so dafs die erste Zeile jenen Theil der Periode enthält, der mit den Morgenstunden, die zweite den, der mit dem Mittage, die dritte den,

er mit dem Abende, und die vierte den, der mit der Nacht verglichen werden mufs, möge genügen. Die Südwinde sind durch S., die Westwinde durch W. bezeichnet.

	1729 bis 1758.		1758 bis 1774.		1758 bis 1789.		1774 bis 1789.		1729 bis 1789.	
	S.	W.	S.	W.	S.	W.	S.	W.	S.	W.
4 bis 10	1823	15323	1996	3444	415	1257	686	2566	4505	21333
11 - 17	5495	19402	2721	4681	713	1726	1062	3341	9278	27424
18 - 24	1117	14570	2483	5312	506	1655	723	2778	4323	22660
25 - 4	1452	15871	1814	3562	245	1183	125	1707	487	21140

Die nordwestlichste Richtung, um zu dieser zurückzukehren, tritt etwa 10 bis 12 Tage nach dem wärmsten Tage ein, die von ihr entfernteste eben so viele Tage nach dem kältesten. Es ist allerdings sehr spät, da beinahe eine halbe Periode verfliefsen mufs, ehe der Einflufs der vorhergehenden Tage merkbar wird. Allein man hat zu erwägen, dafs die Wirkung der von dieser Periode abhängigen Temperaturdifferenz sich sehr weit über den Continent ausdehnen mufs, und andererseits die Kraft, welche die Luftmassen zu bewegen hat, um ihnen die gekrümmte Richtung zu geben, doch nur sehr klein ist. Wir erhalten in den wärmsten Perioden nur 0,6 bis 0,8 Fahrenheit'sche Grade mehr als durchschnittlich, und nicht einmal *diese* schon so kleine Differenzen haben die Windesrichtung zu ändern, sondern blofs diejenige Portion von ihnen, welche mehr vom Land als vom Meer absorbirt wird.

Man sieht leicht, dafs die Kleinheit der Kraft und die Gröfse der Region, über welche sie sich erstreckt, Momente sind, die wohl zu erklären vermögen, warum diese Wirkung erst so spät durch die Windfahne angezeigt wird. Noch sieben Tage nach dem wärmsten Tag erhält das Land mehr Wärme als das Meer; weniger als sieben Tage nachher kann also nicht füglich das Maximum der Ablenkung eintreten. Auch die Analogie mit der Wirkung der täglichen Periode, der zufolge der Wind noch Abends um 7 bis 8 Uhr sehr nordwestlich abweicht, und vielleicht noch nicht

das Maximum erreicht hat, widerspricht unserem Resultate nicht.

Zu Anfange dieses Aufsatzes habe ich bereits erwähnt, dafs ich auch für die drei Tageszeiten, Morgen, Mittag und Abend, die mittlere Windesrichtung aus den Beobachtungen von 1758 bis 1789 hergeleitet habe, indem die gröfste und weitläuftigste Rechnung, welche in dem Umschreiben und gehörigen Zusammenstellen der Windesrichtungen bestand, bereits für das Mitgetheilte ausgeführt war, und ich sie nur auf eine andere Weise zu addiren brauchte, um sogleich die mittlere Windesrichtung für jene Tageszeiten berechnen zu können. Man hat blofs zu beachten, dafs auch hier der 1ste, 30ste und 31ste eines jeden Monats ausgeschlossen sind. Man wird diefs nicht mifsbilligen, noch darum weniger Vertrauen in das Resultat setzen, denn es sind hiedurch doch nur 30 Tage im Jahre aufser Rechnung geblieben, oder im Ganzen drei Jahre fortgefallen, so dafs dem Resultat immer noch das Gewicht bleibt, welches 28 Jahre verleihen.

Ich habe die mittlere Windesrichtung bestimmt, einerseits für die Monate November, December, Januar, Februar, März und April zusammen, und dann für die übrigen sechs Monate, weifs aber nicht, wie es gekommen, dafs ich das Jahr so schlecht abgetheilt habe. Die Monate März und April habe ich noch besonders berechnet, weil Hr. Prof. Wenckebach darin eine Anomalie wahrgenommen zu haben glaubt, da, nach seinen Rechnungen [1]), die Windrichtung in diesen Monaten die entgegengesetzte von der ist, welche er für die übrigen Monate aufgefunden hat. Die Erklärung, die er hierüber giebt, dafs in diesen Monaten die Windrichtung in Holland nördlicher ist als der auf den Küsten winkelrechte Meereswind, und dafs darum der Wind gegen Mittag und Abend wider die Sonne, und nicht, wie in den übrigen Monaten, mit derselben sich drehen müsse, wird wohl die richtige seyn. Aus den von mir benutzten Beobach-

1) A. a. O.

achtungen ergab sich die Windrichtung nicht so nördlich, und dieſs mag es veranlaſst haben, daſs auch von jener scheinbaren Anomalie nur sehr wenig übrig geblieben ist. Meine Resultate sind folgende:

	Morgens.	Intensität.	Mittags.	Intensität.	Abends.	Intensität.
Nov. bis April						
1758 bis 1773	44°	3,08	50° 51′	2,93	54° 20	2,55
1758 - 1789	39° 30′	0,82	51 38	0,78	67 5	0,69
1774 - 1789	55 3	1,54	67 39	2,17	75 52	1,30
Mai bis Oct.						
1758 bis 1773	60 56	3,83	74 50	4,72	85 35	2,82
1758 - 1789	68 36	2,15	83 57	2,11	97 15	2,05
1774 - 1789	73 13	2,14	82 47	2,60	65 25	2,05
März und April						
1758 bis 1773	88 10	0,39	95 45	0,74	126 8	0,60
1758 - 1789	111 44	0,16	111 52	0,25	131 9	0,44
1774 - 1789	104 2	0,46	99 50	0,63	127 25	0,48

Nicht nur am Abend muſs der resultirende Wind, wie wir ihn durch die Lambert'sche Formel bekommen, stärker als am Mittag seyn, sondern auch am Morgen würde er es seyn, wenn nicht der Landwind bei uns der Hauptrichtung des Windes zu sehr entgegengesetzt wäre. Die Resultante ist auch nicht bloſs darum gröſser, weil die Componenten, wie wir aus der täglichen Drehung wissen, mehr aus gleicher Richtung wehen, sondern auch darum, weil jede für sich stärker ist. Im Allgemeinen muſs, der Land- und Seewinde wegen, der Wind am Morgen und Abend stärker seyn als am Mittage, wo jene nicht wehen; in unseren Gegenden aber am Mittage stärker als am Morgen, und schwächer als am Abend, weil die Hauptrichtung des Windes hier entschieden dem Landwinde entgegenläuft.

Nehmen wir an, der Wind φ (d. h. ein Wind, der, von O. durch S. nach W. gezählt, mit dem Ostwinde einen Winkel φ bilde) wehe mit der Intensität a und es breche ein Ostwind mit der Intensität b herein, so ist die Resultante $= \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\cos\varphi}$, und ihr Ueberschuſs über den Wind $a = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\cos\varphi} - a$ ist im Allgemeinen positiv; die meisten Winde werden also, wie man leicht

sieht, durch den hereinbrechenden Wind verstärkt, und auch die Summe der Verstärkungen ist gröfser als die Summe der Schwächungen, denn $\int \sqrt{a^2+b^2+2ab\cos\varphi}\, d\varphi - a\, d\varphi$ ist eine positive Gröfse. Also müssen auch die verschiedenen Winde am Morgen und am Abend im Allgemeinen verstärkt werden, wenn nur die Winde von jeder Richtung gleich oft wehen. Diefs findet nun bei uns am Morgen nicht statt, denn die meisten Winde kommen von SO. und SW., und diese werden gerade durch den Landwind geschwächt; aber am Abend werden sie verstärkt, und die Winde müfsten also am Abend stärker gehen als am Mittag, wo sie nicht durch den Land- oder Seewind verstärkt werden können.

Nun finde ich aber, dafs in den untersuchten dreifsig Jahren die Summe der Intensitäten der Winde war:

	Morgens.	Mittags.	Abends.
In den ersten 6 Monaten	20549	21702	20598
- - zweiten 6 -	19443	20754	17318
	39992	42456	37916
März und April	6673	7421	6756.

Ich möchte fragen, wie dieses zu erklären sey. Dafs am Mittage mehr Wind herrscht als am Morgen oder Abend, könnte ein Beweis für den aufsteigenden Luftstrom seyn, welcher ein Zufliefsen der Luft von allen Seiten, also eine Verstärkung der Winde nothwendig macht (wiewohl diefs der Erklärung, welche Kämtz von der Region der Windstillen giebt, widerspricht). Aber warum weht es am Abend weniger, oder, wenn wir den Schätzungen etwas mifstrauen wollen, warum nicht mehr als am Morgen?

Wahrscheinlich ist eine ähnliche, von den Bewegungen des Mondes abhängige Periode vorhanden, aber ich habe dieselbe nicht ausführlich entwickelt, da die Wirkung des Mondes noch schwächer ist als die oben behandelte, und das Copiren von Windesrichtungen eine überaus verdriefsliche und langweilige Arbeit ist. Es ist auch unnöthig sie zu unternehmen, da die Sache keinen Zweifel leidet. Wenn

Jemand sie unternehmen wollte, und zwar für die siderische und synodische Umlaufszeit des Mondes, so fange er sie ja nicht mit Reihen von weniger als 50 bis 100 Jahren an.

Aus 114 Jahren, welche ich nach den beiden genannten Perioden addirt habe, ist mir klar hervorgegangen, dafs der Mond an jedem der sieben aufeinanderfolgenden Tage, von denen zwei der Epoche seiner gröfsten nördlichen Declination vorangehen, die anderen fünf ihr also folgen, uns 0°,26 F. mehr Wärme zusendet, als an jedem der sieben gerade gegenüberstehenden Tage [1]); und ebenso, dafs er im 12ten bis 19ten Tage seines Alters, also um Vollmond, uns 0°,2 F. mehr Wärme sendet, als um Neumond.

Da ich zu einem entschieden entgegengesetzten Resultat gelangt bin wie Mädler, Eisenlohr, Bouvard und Kreil, mein Resultat aber besser mit der Theorie übereinstimmt, als das von diesen Gelehrten erhaltene, ich auch 114 Jahre, also mehr als doppelt so viel wie sie zusammen berechnet habe, so halte ich die Wärmewirkung des Mondes für unwiderleglich bewiesen [2]). In einer nächstens erscheinenden Schrift über die von der Sonne und dem Mond verursachten Temperaturveränderungen werde ich die erwähnten Arbeiten dieser Gelehrten näher beurtheilen und aus den grofsen, durch anderweitige Ursachen veranlafsten Störungen zeigen, wie leicht sie aus wenigen Jahren zu einem Resultat gelangen konnten, welches nicht das wahre seyn kann. Möchte diese Verhandlung Anlafs geben, dafs Andere, besonders in nördlichen Gegenden der Erde, eine grofse Reihe von Beobachtungen hierauf untersuchten, damit kein Zweifel länger über die Wirkung des Mondes obwalten könne!

1) Diese Gröfse scheint klein zu seyn, aber es sind für jeden Tag des Mondes 3×12 Beobachtungen im Jahr, und diefs, multiplicirt mit 114 Jahren und mit 0°,26 für jede Beobachtung, macht doch einen Unterschied von mehr als tausend Graden Fahrenheit für jeden der genannten sieben Tage, einen Unterschied, der wohl über Zufälligkeiten erhoben zu seyn scheint.

2) Auch Melloni's Untersuchungen haben sie seitdem bestätigt. S. Annalen, Bd. 68, S. 220. *P.*

Dafs Forbes mit einem thermo-elektrischen Paare keine Wärme vom Mond auffangen konnte, war mir schon längst als ein ungenügender Beweis von dem Mangel der Wärme im Mondslicht erschienen, und ich hatte bereits, gestützt auf die Untersuchung von Melloni, geschlossen, dafs die Wärmestrahlen des Mondes in der Atmosphäre absorbirt werden würden, und deshalb nicht zur Erdoberfläche (d. h. zum thermo-elektrischen Paare) gelangen könnten, ihre Wirkung aber eben darum in der Atmosphäre vorhanden und durch das Thermometer nachweisbar seyn müsse; allein ich gestehe, dafs ich diese Voraussetzung nicht leicht auf die Probe gestellt haben würde, wenn nicht die Untersuchungen des Prof. Nervander bereits ziemlich unzweideutig den siderischen Einflufs des Mondes dargethan hätten. Die einzige mir denkbare Ursache, warum der Mond nach Vollmond, oder auch nach der Epoche seiner gröfsten Declination, weniger Wärme auf die Erde herabsenden könnte als zu anderen Zeiten, schien mir die, dafs seine Strahlen vielleicht nur auf die oberen Wölkchen der Atmosphäre wirkten und dieselben auflösten, so dafs dann die Erde mehr Wärme als sonst durch Ausstrahlung verlöre; allein es schien mir doch ungereimt, dafs die secundäre Wirkung gröfser seyn sollte als die primäre.

In der theoretischen Ansicht habe ich seitdem durch Sir J. Herschel eine grofse Stütze erhalten, da er in der Versammlung der britischen Naturforscher die Wärmewirkung des Mondes vertheidigt hat [1]). Was aber die aus den Beobachtungen abgeleiteten Zahlen betrifft, so wünschte ich sehr von Andersher eine Bestätigung derselben zu sehen, nicht

1) Herschel sagt (*L'Inst.*, *No.* 620, 22 und 23), auf dem Monde werde der Theil, welcher Mittag habe, wenigstens eine Temperatur von 100° besitzen. Es wundert ihn also, wie Forbes die Wirkung dieser Wärme nicht habe auffinden können; aber er vermuthet, die Wärme werde zur Auflösung der höchsten Wolken verwendet, wie man denn auch beobachtet zu haben meint, dafs beim Aufgehen des Vollmondes diese Wolken verschwinden. — Man wird sich übrigens erinnern, dafs auch die oben genannten Gelehrten eine gröfsere Helligkeit nach dem Vollmonde angeben.

weil ich Zweifel in die von mir mitgetheilten setze, sondern weil ich bedaure, nicht dasselbe Resultat wie Mädler, Eisenlohr und Bouvard habe finden zu können.

Bemerkenswerth ist es, dafs die Wirkung des Mondes gröfser ist im Winter als im Sommer, also gerade umgekehrt wie bei der Sonne. Im Winter hat der Vollmond die gröfste nördliche Declination, im Sommer der Neumond. Im Sommer hebt also sein ungünstiger Stand die intensivere Wirkung auf; im Winter verstärken sich beide, so dafs im December und Januar die Wirkung des Vollmondes wohl auf beinahe 0°,5 F. geschätzt werden dürfte. Jemanden, der die Sache genauer untersuchen wollte, wäre demnach zu rathen, gerade die Wintermonate zu beachten. Die Wirkung des Mondes auf die Windesrichtung kann wohl nicht anders als in diesen Monaten merklich werden, aber wie gesagt, man wird wenigstens 100jährige Beobachtungen anwenden müssen, weil sonst das Resultat kein Zutrauen einflöfsen kann.

Utrecht, 2. März 1846.

XVIII. *Ein Feuermeteor, beobachtet zu Frankfurt a. M. von Hermann von Meyer.*

Am 17. October (1846) Abends war hier ein Meteor zu sehen, welches zu den schönsten gehört, die ich noch beobachtet habe. Nachmittags bis gegen Abend war ungewöhnlich schwüle Luft, bei etwas dunstigem Wolkenhimmel. Die Vorfeier des 18. Octobers, welche im Läuten mit allen Glocken und Abfeuern von Kanonen am jenseitigen Mainufer von 5 bis 6 Uhr besteht, war beendigt, und die Zuschauerwelt ergötzte sich noch an einem Feuerwerk, womit die Artillerie das Abfeuern ausnahmsweise beschlofs, als eine fremdartige Lichterscheinung allgemeines Staunen erregte. Ungefähr 20 Minuten nach 6 Uhr trat in NW.,

wie durch künstliches Leuchtfeuer veranlafst, eine Helle ein, die von einem Feuermeteor begleitet war, das in einer Region, die nicht viel höher als der dunstige Himmel zu seyn schien, einige Secunden lang langsam und stät von NW. nach SO. in schwach bogenförmiger, fast horizontaler Richtung dahin zog. Geräuschlos, wie die Erscheinung begann, endigte sie auch. Beim Erlöschen derselben schien es mir, als wenn sie sich etwas mehr gesenkt hätte. Durch das Feuerwerk gewohnt, gegen den Himmel zu sehen, erkannte ich deutlich einen längsovalen, mehr gelblich glänzenden Kern, der etwas kleiner als der Mond war, und dessen vorderer Theil in einer konischen Hülle von mehr gasförmiger Beschaffenheit steckte, die in bläulichweifsem Licht erglänzte, und von der auch die dampfige Helle ausging, welche das Meteor auf seinem Weg begleitete. Die konische Form des Vordertheils läfst sich erklären aus dem Widerstand, den die an diesem Ende mehr als Gas oder Dampf sich darstellende Materie erfuhr, als sie durch die Lüfte zog. Der dagegen scharf begränzte und sicherlich aus festerer Masse bestehende hintere Theil ragte aus dem vorderen, wie das Ei aus einem Becher, heraus. Noch mehr aber überraschte mich zu sehen, dafs dicht dahinter eine Reihe getrennter, unregelmäfsig gestalteter Theilchen folgte, welche rothglühend sich darstellten, und wenn sie allmälig erloschen, immer wieder durch neue ersetzt wurden, welche aus dem hinteren Theil des Meteors hervorzugehen schienen [1]). Wie die vordere konische Hülle die gasförmigere, so bestanden diese rothglühenden Theilchen am hinteren Ende sicherlich aus der festeren Substanz, und ich bezweifele nicht, dafs es die Körper oder Steine waren, welche dieses Meteor erzeugte. Uebrigens machte die Erscheinung den Eindruck, als gehöre sie ganz unserer Atmosphäre an, und habe mit einem kosmischen Ursprung nichts gemein. Sie wurde auch in der Wetterau, ferner in der Gegend von Darmstadt, Mainz und Coblenz beobachtet. — Diese Feuerkugeln sind auffallend verschieden von jenen, die in schrägerer Richtung, mehr nach Art der Sternschnuppen, schnel-

1) Siehe die Skizze, Fig. 5, Taf. I.

r ihren Weg zurücklegen und sich mit klarerem, reine-
m Licht darstellen, das weniger Helle verbreitet.

IX. *Ueber die Veränderung der Stärke durch Salpeter-Schwefelsäure, über Auffindung der Baumwolle in Leinwand, und über Schiefsbaumwolle; briefliche Mittheilung von Hrn. Apotheker Kindt.*

Bremen, 9. Nov. 1846.

Erlauben Sie mir Ihnen zuvörderst eine Beobachtung
itzutheilen, die, wie mir scheint, dazu beitragen könnte,
er die Natur der Stärke noch weiteren Aufschlufs zu ge-
n. Als ich bei Gelegenheit einiger Versuche über die
erkwürdige Verbindung, welche durch Einwirkung der con-
ntrirten Salpetersäure und Schwefelsäure auf Pflanzenfa-
r entsteht, auch aus Stärke dieses Product herstellte und
sselbe unter dem Mikroskop betrachtete, fand ich, dafs
e bekannten concentrischen Ringe nicht mehr darin zu
hen waren. Ich kam auf den Einfall zu versuchen, ob
e nicht bei Benutzung von polarisirtem Licht vielleicht
ichtbar würden. Diefs war nicht der Fall, wie ich aber
m Vergleich gewöhnliche Kartoffelstärke bei Anwendung
sselben betrachtete, sah ich zu meinem Erstaunen auf
dem Korn ein schwarzes Kreuz erscheinen, wenn die bei-
n Kalkspathprismen oder Turmalinplatten in der Rich-
ng zu einander standen, dafs das Licht verschwand. Die-
s Kreuz (ohne Ringe, wie sie Zucker und so manche
rystalle zeigen) hat den Kreuzungspunkt der beiden Li-
ien, die es bilden, auf demselben Punkt, um welchen die
ncentrischen Kreise befindlich sind. Es erscheint als re-
lmäfsiges Kreuz, wenn das Stärkekörnchen so liegt, dafs
eser Punkt die Mitte bildet, als verzerrtes, bei anderer
ge des Korns. Solche Stärkesorten, die aus fast run-

den Körnern bestehen, zeigen das Kreuz fast in jedem Korn regelmäfsig.

Erst seit Kurzem hatte ich mir die Vorrichtung an meinem Mikroskop gemacht, dafs ich *ein* Kalkspathprisma unter dem Objecttisch, das andere vor dem Ocular anbringen kann, und mich an den schönen Farbenerscheinungen, die fast jedes durchsichtige Sandkorn, jede Fischschuppe, jeder Schmetterlingsflügelstaub u. dergl. zeigt, gefreut. Sie erscheinen mit besonderer Pracht bei Benutzung eines achromatischen Oculars, das Ihr trefflicher Schiek mir zu seinem Mikroskop nachlieferte.

Auch die viel besprochene *Schiefsbaumwolle* läfst sich bei Anwendung des polarisirten Lichts unter dem Mikroskop von der rohen unterscheiden. Betrachtet man diese in trocknem Zustande, so erscheinen alle Fäden, bei dunkelstem Licht, hell, mit den schönsten Farbenspielen, während jene sehr wenig hell werden, und keine oder nur sehr schwache Farben zeigen. Auch auf chemischem Wege läfst sie sich unterscheiden, wenn man beide mit Jod in Jodkali und Wasser gelöst befeuchtet, und nach einiger Zeit verdünnte Schwefelsäure (1 und 4 Wasser) hinzufügt. Die rohe Baumwolle (*Cellulose*) wird blau, die Schiefsbaumwolle gelb. Doch bemerkt man auch bei dem besten Präparat immer einige, wenn auch nur wenige blaugewordene Fäden. Sie scheinen der Einwirkung der Säuren entgangen zu seyn.

Nächstdem bin ich so frei, Ihnen eine Notiz über die *Auffindung der Baumwolle in Leinwand* zu übersenden, die, obwohl ich sie bereits in der *Weserzeitung* vom 7. dieses veröffentlichte, nicht sobald zu ihrer Kenntnifs gelangen dürfte. Sie lautet so:

»Baumwolle in Leinen ist ein oft besprochener Gegenstand, und vielleicht stände es um die vaterländische Leinenindustrie besser, wen man vor Jahren schon ein Mittel gekannt hätte, *Baumwollenfäden in Leinwand aufzufinden.* Es sind viele Versuche deshalb angestellt, allerlei Verfahren empfohlen, aber bis jetzt hat keins genügt. Sehr merk-

ürdig fand ich es daher, als ein durchreisender Fremder r drei Wochen mir eine Probe Leinwand zeigte, *aus ren einen Hälfte alle Baumwollenfäden weggebeizt waren.* hatte sie in *Hamburg* erhalten, und fragte mich, ob ich n ein Verfahren zur Erreichung dieses Zweckes angeben nne.«

»Da nun seitdem über diesen Gegenstand, meines Wis- s, nichts bekannt geworden, derselbe aber von so all- meinem Interesse ist, so halte ich es für Pflicht, meine über gemachten Erfahrungen mitzutheilen. Bei meinen rsuchen über Schiefsbaumwolle, Flachs etc. hatte ich die merkung gemacht, dafs diese beiden Substanzen sich ge- n die concentrirten Säuren etwas verschieden verhalten, d obgleich es lange bekannt ist, dafs concentrirte Schwe- säure *alle* Pflanzenfaser in Gummi und durch längere nwirkung in Zucker verwandelt, so sah ich Baumwolle ch viel schneller von der Schwefelsäure verwandelt wer- n als Flachs. *Concentrirte Schwefelsäure* ist mithin das ittel, durch welches man aus mit Baumwolle gemengter nwand jene entfernen kann, und folgendes *Verfahren* rt zur Erreichung dieses Zweckes.«

»Das zu prüfende Gewebe mufs durch wiederholtes Aus- chen mit warmem Regen- oder Flufswasser, längere t fortgesetztes Kochen und nachheriges Ausspülen in ge- mtem Wasser von aller Appretur möglichst vollständig reit werden, und ich bemerke ausdrücklich, dafs eine zliche Entfernung derselben zum Gelingen des Versuchs rchaus nothwendig ist. — Nachdem es dann gut getrock- t worden, taucht man die Probe, etwa bis zur Hälfte, gewöhnliches englisches Vitriolöl, und hält sie, nach der rke des Gewebes, etwa eine halbe bis zwei Minuten rin. Man sieht die Probe, so weit sie eingetaucht wor- n, durchscheinend werden. Sie wird darauf in Wasser legt, dieſs löst die aus der Baumwolle erzeugte gummi- ige Masse auf. Durch vorsichtiges gelindes Reiben mit n Fingern kann man diese Auflösung noch befördern. n aber selbst durch wiederholtes Waschen in frischem

Wasser nicht leicht alle Säure weggeschafft wird, so thut man gut, die Probe einige Augenblicke in Salmiakgeist zu legen (gereinigte Pottasche oder Soda in Wasser gelöst bewirken dasselbe) und dann nochmals mit Wasser auszuwaschen. Nachdem sie durch gelindes Pressen zwischen Druckpapier von dem gröfsten Theil der Feuchtigkeit befreit worden, trocknet man sie. War Baumwolle vorhanden, so fehlen nun die Baumwollenfäden in dem Gewebe, so weit es in die Säure getaucht worden, und durch Zählen der Fäden beider Probetheile läfst sich der Gehalt schätzen.«

»Hat man die Probe zu lange in der Schwefelsäure liegen lassen, so werden auch die Leinenfäden mürbe oder gar zerfressen. Blieb sie nicht lange genug darin, so ist nur etwas von den Baumwollenfäden abgebeizt. Man mufs, wenn man dieselbe Probe brauchbar machen will, sie abwaschen, trocknen und das Eintauchen in die Säure wiederholen. Ist der zu prüfende Stoff reine Leinwand, so wird der in die Säure getauchte Theil auch durchscheinen, aber langsamer und in allen Fäden gleichmäfsig, während bei der gemischten die Baumwollenfäden schon ganz durchsichtig sind, wenn die Flachsfäden noch weifs und undurchscheinend bleiben. Die Schwefelsäure greift zwar die Flachsfäden der reinen Leinwand an, sie werden dünner und die Probe behält, so weit die Säure darauf wirkte, nach dem Trocknen auch etwas Durchscheinendes, aber man kann alle Fäden in der Probe ihrem Laufe nach erkennen.«

»Baumwollengewebe ohne Flachsfäden löst sich schnell in der Säure gänzlich auf, oder liefs man es nur einen Augenblick darin, so ist dasselbe doch so mürbe und gummiartig geworden, dafs man Baumwollengewebe, auf die angeführte Weise behandelt, nicht leicht verkennen wird.«

Da Schwefelsäure, wenn sie auch mit der Hälfte Wasser verdünnt worden, noch Baumwolle auflöst, so ist es in der That merkwürdig, dafs die Mischung von Schwefelsäure und Salpetersäure diefs nicht thut, während in schwefelsaurem Stickoxyd sie wieder sehr leicht auflöslich ist, und

der Einfall, den ich hatte, die Salpetersäure durch Schwefelsäure ohne Destillation zu entwässern (wozu Chlorcalcium nicht anzuwenden ist, da Chlor abgeschieden wird), der so nahe lag, dafs vielleicht Viele mit mir ihn gehabt haben, erleichtert nicht nur die Bereitung der Schiefsfaser aufserordentlich, da alle meine Bekannte, gleich mir, mit Salpetersäure allein kein brauchbares Resultat erhielten [1]), sondern er scheint mir auch deshalb interessant, weil eine eigenthümliche Verbindung der beiden Säuren vermuthlich vor sich geht, die noch nicht gehörig studirt ist. So wird gewifs die Theorie über die Bildung der Schiefsbaumwolle der Praxis eben so nachhinken, wie diefs bei der Schwefelsäure der Fall ist, über die wir ja noch neuerlichst wieder mit einer neuen beschenkt worden sind.

XX. *Zur Geschichte der Endosmose.*

(Schreiben an den Herausgeber) [2]).

— Ich danke Ihnen für die gütige Aufnahme meiner kurzen Bemerkungen über die Priorität, betreff der Entdeckung der Endosmose, und ermangle nicht auf die Anfrage (in der Note, Heft 12, 1845) zu antworten: Warum es mir nicht gefallen habe, schon in meinem Lehrbuche der Physik zu sagen, dafs die von mir schon im Jahre 1802 angestellten Versuche blofse Wiederholungen der von Nollet waren? — Das konnte ich nicht sagen, da es gegen die

1) Ich habe seit den ersten Tagen des Octobers zur Bereitung der Schiefsbaumwolle immer ein Gemisch von einem Maafstheil einer Salpetersäure von 1,426 spec. Gew. und zwei Maafstheilen rauchendem Vitriolöl angewandt. — (Es haben jedoch Einige ein brauchbares Präparat erhalten, indem sie die Baumwolle blofs den Dämpfen der concentrirten Salpetersäure aussetzten. *P.*)

2) Die Verspätung des Abdrucks dieses Schreibens möge der Hr. Verf. gütigst entschuldigen; sie lag nicht in Absicht. *P.*

Wahrheit ist. Denn nur der doppelte Versuch mit Weingeist und Wasser, durch eine nasse Blase getrennt, gehört Nollet an. Dieser Versuch blieb 30 Jahre lang unbenutzt, wie todt, bis ich, 1802, meine Versuche bekannt machte [1]), wodurch ich dieses Phänomen als Basis unzähliger, damals unerklärter Phänomene in die Physiologie einzuführen trachtete. Diese Versuche und Bemühungen gehören mir an. Dafs ich Nollet in meinem *Grundrifs der theoretischen Physik* nicht nannte, ist blofser Zufall, wie mehrere Andere dieser Art. So habe ich z. B. Montgolfier als Erfinder des Luftballons nicht genannt. — Doch genug davon; ein Mehreres wäre unter meiner Würde. Ich habe in der Physik genug entdeckt, um mich nicht mit fremden Federn schmücken zu müssen. Dagegen könnte ich mehr als einen berühmten Physiker nennen, der durch Plünderung meiner Schriften sich einen grofsen Namen gemacht hat, ja sich die Ehre eines sehr gesuchten *fauteuil académique* erobert. — Handschriftliche Beweise könnte ich davon liefern. Doch — *nomina sunt odiosa.*

St. Petersburg, den $\frac{26.\ \text{April}}{8.\ \text{Mai}}$ 1846.

Parrot.

XXI. *Ueber die Relation der Dampfdichten zu den chemischen Aequivalenten; von Hrn. A. Bineau.*

(Abgekürzt aus den *Compt. rend., T. XXIII, p.* 414.)

Den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen bildeten die über die Essigsäure. Sie wurden unternommen, um zu sehen, ob diese Säure in den Dichtigkeiten ihrer Dämpfe sich analog der übrigen wasserhaltigen Säuren verhalte. Es ergab sich, dafs es nicht der Fall sey. Meine Versuche lie-

1) In meiner Abhandlung: *Ueber den Einfluſs der Physik und Chemie auf die Arzneikunde etc.*, welche in der Salzburg'schen medicinisch-chirurgischen Zeitung, d. 4. Jan. 1805, N. 4, weit über meine Erwartung günstig recensirt wurde.

ferten für die Dichtigkeit der Dämpfe die Zahl 2,9 [1]). Hr. Dumas hatte 2,7 bis 2,8 gefunden. Hr. Cahours zeigte, dafs die Dichtigkeit (verglichen mit der der Luft von gleicher Temperatur) von der Temperatur abhänge, dafs sie bei 250° C. auf 2,08 herabkomme, nahezu entsprechend der Formel $\frac{1}{4}(C_4 H_8 O_4)$.

Noch auffallender zeigt sich die Verschiedenheit der Dichte des Essigsäuredampfs (gegen Luft von gleicher Temperatur) bei niederen Temperaturen.

Das Maximum der Dampfdichte der Essigsäure ist etwa $7^{mm},7$ bei 15° C., $14^{mm},5$ bei 22° und 23 bei 32°. Und ferner ergaben die Beobachtungen:

	Bei 20° C.				Bei 30° C.	
Spannung (Millim.)	4,0	5,6	8,5	10,0	6,0	10,7
Dichte	3,74	3,77	3,88	3,96	3.60	3,73.

Ungeachtet der in Folge der Kleinheit des Drucks ungeheuren Verdünnung des Dampfs bewahrt die Essigsäure die anomale Dichtigkeit, welche von der den hohen Temperaturen entsprechenden so sehr abweicht. So ist bei 15° bis 20° ihre Dichte ungefähr 3,7 unter einem Druck von 2,5 Millim., während sie bei 250° C., unter dem Druck einer Atmosphäre, auf etwa 2,1 zurückkommt.

Der Ameisensäuredampf hat ein Maximum bei 13° C. von $19^{mm},0$, bei 15° von $20^{mm},5$, bei 22° C von $33^{mm},5$, und bei 32° von $53^{mm},5$. Unterhalb dieser Maxima ergaben die Beobachtungen:

	Bei 15° C.			Bei 20° C.			
Spannung	2,60	7,60	15,80	2,70	8,00	16,70	24,20
Dichte	2,87	2,93	3,06	2,80	2,85	2,94	3,15.

	Bei 25° C.				Bei 30° C.			
Spannung	2,90	8,40	17,50	26,20	3,10	8,80	18,30	27,80
Dichte	2,71	2,77	2,85	2,94	2,61	2,70	2,76	2,81.

Bei wenig erhöhten Temperaturen kann die Dichte des Ameisendampfs das Doppelte von dem, was sie bei 200° ist, erreichen und selbst übersteigen. Allein dann ist die Spannung des Dampfs nicht weit von ihrem Maximum.

1) Annalen, Bd. 63, S. 597.

Die Schwefelsäure zeigt in ihrer Dampfdichte nicht minder Anomalien, wie die Essigsäure und die Ameisensäure. Dieſs erhellt aus folgender Tafel:

Temperaturen.	Rohe Dichtigkeiten. Zufolge Wägung.	Zufolge Neutralisation.	Dichtigkeit, berichtigt wegen beigemischter Luft.	Atmosphärischer Druck.	Dampfspannung berechnet.
332° C.	2,62	2,56	2,50	0m,752	0m,690
345	2,28	2,26	2,24	0 ,745	0 ,708
365	2,18	2,15	2,12	0 ,745	0 ,745
416	1,77	1,73	1,69	0 ,746	0 ,736
498	1,80	1,74	1,68	0 ,748	0 ,725

In der Voraussetzung, dafs Wasser und wasserfreie Säure sich ohne Verdichtung vereinigen, würde der Dampf der wasserhaltigen Säure eine Dichte =1,64 haben, und diese Zahl stimmt mit dem Resultat der Versuche, die oberhalb 400° C. angestellt sind.

XXII. *Gefrieren des Wassers durch eigene Verdunstung.*

Wasser läfst sich für gewöhnlich nicht ohne Hülfe von concentrirter Schwefelsäure oder anderen austrocknenden Substanzen unter der Luftpumpe zum Gefrieren bringen, weil das Gefäfs, worin es sich befindet, zu viel Wärme mittheilt. Hr. Lawrence Smith zeigt nun in Silliman's *Journ. of Science, Ser. II, Vol. I, p.* 265, dafs diese Gefrierung sich auch ohne dergleichen Substanzen bewerkstelligen läfst, sobald nur das Gefäfs mit einer Rufsschicht überzogen wird. In einem berufsten Uhrglase kann man einige Tropfen Wasser innerhalb weniger Minuten unter der Luftpumpe zum Gefrieren bringen; aber das Glas mufs über einer Oellampe gut berufst worden seyn, denn wenn das Wasser auch nur in dem kleinsten Punkt das Gefäfs berührt, mifslingt der Versuch. Statt des Uhrglases kann man auch einen Pfropfen nehmen, den man an einem Ende etwas

ausgehöhlt, darauf verkohlt und berufst hat; 20 Grm. Wasser von 73° F. gefroren darin innerhalb 4 Minuten.

Um gröfsere Mengen Wasser zum Gefrieren zu bringen, verfuhr er so: Er berufste mittelst einer Oellampe eine Porcellanschale und liefs sie erkalten; dann gofs er etwas Terpenthinöl hinein, und nachdem es sich gehörig ausgebreitet hatte, vertrieb er den Rest durch Erwärmung. Hierauf wiederholte er das Berufsen, und die Behandlung mit Terpenthinöl noch zwei Mal, und in die also zubereitete Schale gofs er nun zwei Unzen Wasser. Unter die Glocke der Luftpumpe gebracht, brauchte nur eine Minute lang evacuirt zu werden, damit das Wasser nach 6 Minuten an der Oberfläche gefroren war. Dem Gefrieren ging ein heftiges Sieden der Flüssigkeit voraus.

XXIII. *Berichtigungen und Zusätze zum Aufsatz von L. Frapolli.*

(Im Band LXIX.)

S. 482, Z. 3 v. u., *statt:* so sieht man, dafs die meisten derselben, besonders unter den älteren Bildungen, einer solchen Runzelung unterworfen worden sind etc., *lies:* »so sieht man, dafs die meisten derselben, besonders unter den älteren Bildungen, die aller ersten zertrümmerten und durch normalen Metamorphismus theilweise geschmolzenen Sedimente und die jüngsten allein ausgenommen, einer solchen Runzelung unterworfen worden sind.

Hierauf ist folgende Note einzuschalten: »Die erste sehr dünne Sedimentarschale der Erde mufste vielfach und unregelmäfsig zerspaltet und zertrümmert werden, und was noch von ihr vorhanden seyn mag, kann sich nur im Zustande des vollkommensten Metamorphismus befinden und theilweise selbst in Granit verwandelt seyn. Die viel gröfsere Mächtigkeit der Erdrinde und der Mangel an Beweglichkeit der Molecüle des jetzigen inneren Kerns, welcher

wahrscheinlich der Wärme ungeachtet, und des in
Untiefen herrschenden Druckes wegen, im festen Zu
dasteht, haben die Runzelung der neusten Bildungen
zugelassen.«

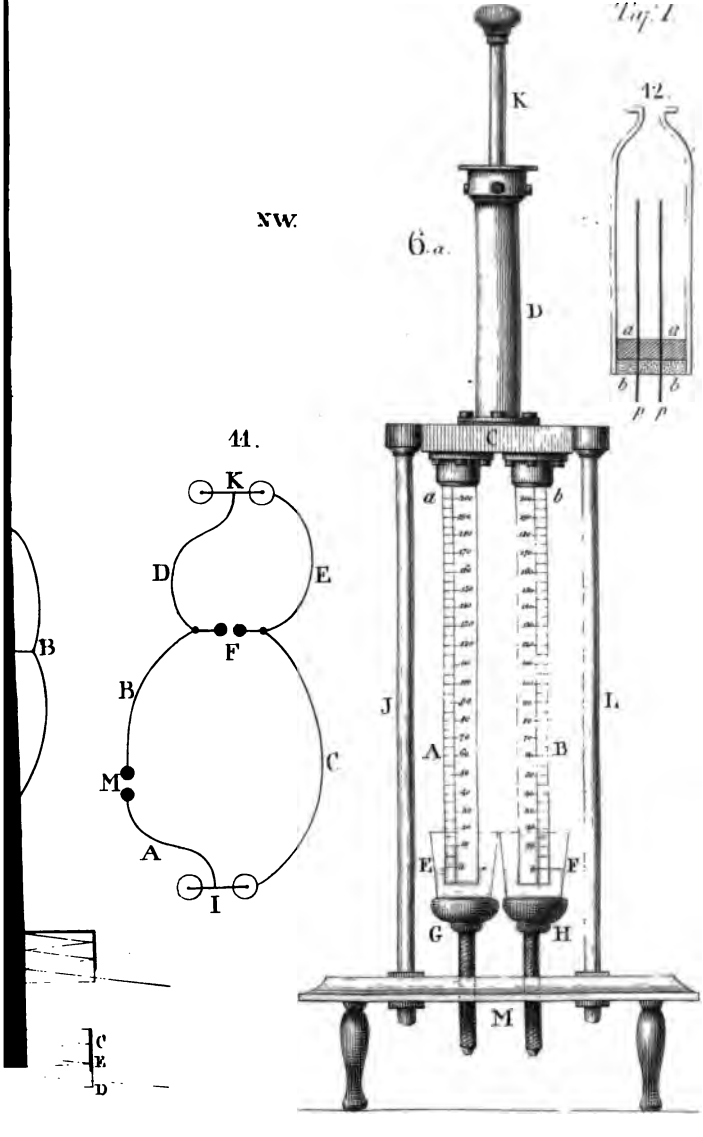
S. 498, Z. 3 v. u., *statt:* Die Hydratation des G
wäre später, und zwar von der Oberfläche aus durc
Wirkung der atmosphärischen Feuchtigkeit geschehen
lies: »Die Hydration des Gypses wäre von der Ober
aus durch u. s. w.«

S. 499, Z. 17. Statt des Satzes: »Dem Umstand,
die Entwicklung von schwefliger Säure aus den he
Vulcanen nicht mit Sicherheit nachzuweisen ist, u. s. w
ist die Note einzuschalten:

»Durch später eingezogene zuverlässige Nachrichte
zur Kenntnifs des Verf. gelangt, dafs Hr. v. Walt
hausen, welcher die genauesten und grofsartigsten U
suchungen, die je auf einem Punkt gemacht worden
am Aetna anstellte, das Ausdunsten schwefliger Säu
verschiedenen Stellen des dortigen vulkanischen Bodens
kommen nachgewiesen hat.«

S. 501 fehlt nach Z. 21 folgende Note: »Durch
wicklung von blofsen Schwefeldämpfen, von Schwefe
serstoffgas und von irgend einer anderen schwefelhal
Substanz aus dem Innern der Erde kann man auch,
wohl vielleicht nicht mit demselben Grad von Wahrsc
lichkeit, die metamorphische Bildung der Gypse erkl
Der Verf. hat seine Ansicht von der Art und Weise,
welcher die Umwandlung hat stattfinden können, blof
eine mehr oder minder wahrscheinliche Erklärung geg
welche zur Verdeutlichung der wirklich beobachteten
sachen dienen soll; er bittet, dieser seiner Ansicht nu
nen solchen Werth beilegen zu wollen.«

Stockholm, 30. Nov. 1846.


Taf. I.
12.
K
NW.
6.a.
D
a
a
b
b
p
p
11.
K
D
E
F
B
B
C
M
A
I
C
J
I
a
b
A
B
E
F
G
H
M
C
E
D

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

1847. ANNALEN No. 2.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXX.

I. *Ueber die galvanische Wasserzersetzung und einige verwandte Gegenstände;* *von J. C. Poggendorff.*

(Gelesen in der K. Academie am 19. Nov. d. J. — Aus den Monatsberichten. November 1846.)

Wie bekannt zeigen nur wenige galvanische Combinationen eine solche Kräftigkeit, dafs eine *einfache Kette* von ihnen im Stande wäre, ein mit Säure gemischtes Wasser zwischen den Platinplatten eines Voltameters sichtbar und erheblich zu zersetzen. Unter den gebräuchlichen Combinationen ist es nur die Grove'sche oder die ihr ähnliche Bunsen'sche (aus Zink in Schwefelsäure, und Platin oder Kohle in Salpetersäure bestehend), welche das vermag, und auch diese nur in geringem Grade, wenn man sie, wie gewöhnlich, mit keiner concentrirteren Salpetersäure als von 40 Proc. Baumé oder 1,34 spec. Gew. construirt.

Es ist ferner bekannt, dafs eine einfache Kette, welche das Wasser nicht zwischen Platinplatten zu zersetzen vermag, diese Fähigkeit auch nicht durch Vergröfserung ihrer Platten oder sonstige Verringerung ihres Widerstands erlangt; während eine Batterie aus nur zwei solchen Ketten, selbst von geringen Quer-Dimensionen, meistens schon eine recht kräftige Wasserzersetzung im Voltameter bewirkt.

Der Grund dieser noch vor wenigen Jahren so paradox aussehenden Erscheinung ist gegenwärtig klar. Er liegt in der Polarisation oder elektromotorischen Gegenkraft, welche die Platinplatten des Voltameters durch die an ihnen ausgeschiedenen Gase des Wassers erlangen, eine Gegenkraft, welche eine solche Gröfse besitzt, dafs sie die elektromotorische Kraft der meisten galvanischen Ketten wenn auch nicht ganz, doch beinahe aufhebt.

Die nach dem Ohm'schen Princip gebildete Formel für die Stromstärke

$$\frac{k-p}{r+w}$$

(wo k und p die einander widerstrebenden Kräfte der Kette und des polarisirten Voltameters, r und w ihre Widerstände bezeichnen) drückt allgemein die Bedingungen aus, unter welchen eine Wasserzersetzung stattfinden kann.

Dieselbe einfache Formel würde auch, bei bekannten Werthen von k, r und w, ohne weiteres dazu dienen können, für jeden speciellen Fall den Betrag der Wasserzersetzung im Voraus zu berechnen, wenn p oder die Polarisation der Platinplatten eine constante Kraft wäre. Sie ist es aber nicht, ist vielmehr veränderlich, — abhängig von der Menge der in bestimmter Zeit an den Platten entwickelten Gase, also von der Stromstärke, und zwar nicht von der Gesammtstärke des Stroms, sondern von der Stärke desselben an den einzelnen Punkten der Platten oder von seiner wahren Intensität. Von dieser Intensität hängt die Polarisation in solcher Weise ab, dafs sie anfangs rasch mit derselben steigt, darauf immer langsamer und langsamer, um sich asymptotisch einer Gränze zu nähern, über welche hinaus eine fernere Erhöhung der Intensität keine oder nur eine sehr unmerkliche Vergröfserung der Polarisation bewirkt.

Die Relation, welche sonach die Intensität mit der Polarisation verknüpft, ist abhängig von der Natur der Flüssigkeit, von ihrer Concentration und Temperatur, so wie von anderen Umständen, namentlich von sehr eigensinnigen und zur Zeit noch nicht gehörig ermittelten Zuständen der Oberfläche des Platins; weshalb es denn auch bis jetzt nicht möglich gewesen ist, sie in Allgemeinheit aufzustellen.

Gleiches gilt von dem Maximo der Polarisation, über dessen Werth die Angaben der Physiker nicht unbeträchtlich von einander abweichen, obgleich sie alle darin übereinkommen, ihm eine bedeutende Gröfse beizulegen. Ich habe bei vielfältigen Messungen diefs Maximum für Platin-

platten in verdünnter Schwefelsäure (rund gerechnet) meistens etwa gleich dem 42fachen meiner Krafteinheit gefunden (nicht selten beträchtlich darunter), und dieſs stimmt mit Wheatstone, nach welchem dasselbe $2\frac{1}{3}$ Mal so groſs als die Kraft einer Daniell'schen Kette ist, da die Kraft der letzteren Kette, in meiner Einheit ausgedrückt, in runder Zahl 18 beträgt. Andere Physiker haben es gröſser beobachtet [1]), in einigen Fällen weit über das Dreifache der eben genannten Kraft hinausgehend. Indeſs, wenn man für das Maximum der Polarisation auch nur den von mir und Wheatstone gefundenen Werth einräumt, so ist dasselbe doch bedeutend gröſser als die Kraft aller gebräuchlichen galvanischen Combinationen, denn die stärkste von ihnen, die Grove'sche oder Bunsen'sche, hat (mit Salpetersäure von der vorhin genannten Concentration gebildet) keine gröſsere Kraft als 32 meiner Einheit [2]).

Wenn nun unter allen Umständen die Polarisation der Platinplatten eine Kraft von so hoher Gröſse wäre, so würde offenbar keine der gebräuchlichen galvanischen Combinationen, als *einfache* Kette angewandt, eine Wasserzersetzung zwischen solchen Platten hervorbringen können, Dieser Proceſs bliebe beschränkt auf die in der Praxis nicht üblichen Ketten, welche entweder das Hyperoxyd eines negativen Metalls zur Kathode, oder Kaliumamalgam zur Anode haben, oder auch mit Zink in Kalilauge construirt sind, — Ketten, deren Kraft, wie bei mehren ähnlichen, über welche ich meine Messungen in einiger Zeit der K. Academie

1) Daniell, Ann., Bd. 60, S. 387. — Lenz, Ann., Bd. 59, S. 234.

2) Als Einheit der elektromotorischen Kräfte betrachte ich diejenige Kraft, welche bei einem Widerstande, der gleich ist dem eines Par. Zoll des in meiner früheren Abhandlung näher bezeichneten Neusilberdrahts, einen Strom hervorzubringen vermag, der 14,222 C. C. Knallgas (reducirt auf $0^m,760$ Barometerstand, 0° Temperatur und völlige Trockenheit) in einer Minute aus dem Wasser entwickelt. — Hiernach würde also das Maximum der Polarisation einer Stromstärke von $42 \times 14,222$, d. h. von 597,324 C. C. Knallgas in der Minute entsprechen, während die Kraft der Grove'schen Kette, bei gewöhnlicher Construction, nur eine Stromstärke von 455,104 C. C. desselben Gases erzeugen kann.

vorzulegen gedenke, zum Theil noch beträchtlich über 42 hinausgeht [1]).

Allein die Polarisation besitzt, wie gesagt, keine constante Kraft; sie accomodirt sich nach der Stärke des sie hervorrufenden Stroms; und daher kann schon eine Kette, deren Kraft nur bis 30 oder 31 geht, bei gehörig vermindertem Widerstand, eine sichtbare Wasserzersetzung bewirken, d. h. die Platinplatten befähigen, einen Theil der an ihnen ausgeschiedenen und sie in unsichtbarer Schicht bekleidenden Gase in Bläschenform zu entlassen. Das Entweichen dieser Bläschen, welche übrigens nichts zur Polarisation beitragen, sie im Gegentheil durch die von ihnen hervorgebrachte Bewegung der Flüssigkeit stören, beginnt schon bei einer verhältnifsmäfsig sehr geringen Stromstärke, die sich schwerlich mit Genauigkeit festsetzen läfst, und

1) Aehnliches gilt von der Wasserzersetzung innerhalb der einfachen Kette selbst. Eine Kette aus *amalgamirtem Zink* und *Platin* in verdünnter Schwefelsäure wird in jedem Falle Wasserstoffgas an ihrer negativen Platte entwickeln können, weil ihre ursprüngliche (noch nicht durch die Polarisation geschwächte) Kraft, obschon sie nach dem Oberflächenzustand des Platins von 30 bis 25 schwanken kann, doch immer beträchtlich gröfser bleibt als das Polarisationsmaximum einer mit Wasserstoff bekleideten Platinplatte, d. h. gröfser als die Hälfte des Polarisationsmaximums eines Platinpaars, oder als 21. Allein eine Kette aus *Eisen* und *Platin*, deren ursprüngliche Kraft um etwa 10 Einheiten geringer ist als die der eben genannten, würde nur unter besonders günstigen Umständen eine sichtbare Wasserstoffentwicklung in ihrem Innern zeigen können; und doch unterläfst sie es nie. In noch schwächeren Ketten, z. B. in einer von *Kupfer* und *Platin*, deren ursprüngliche Kraft nicht viel über 11 hinausgeht, kann dagegen in keinem Falle eine sichtbare Wasserstoffgas-Entwicklung stattfinden.

Eine vielleicht noch nicht ausgesprochene Bemerkung, welche sich hieran knüpft, ist die, dafs wenn eine (polarisirbare) einfache Kette in ihrem Innern das Wasser nicht sichtbar zu zersetzen vermag, wie eben die Kupfer-Platin-Kette, auch keine aus solchen Ketten gebildete Batterie diese Zersetzung in einem Voltameter zu bewirken im Stande seyn wird, wie viele Ketten man auch an einander reihen möge, und gleichviel, ob die Platten des Voltameters (sobald sie nur nicht kleiner als die der Batterie sind) aus Platin oder Kupfer u. s. w. bestehen. Dieser Satz, der auch umgekehrt seine Richtigkeit behält, ist eine Folge davon, dafs die Stromstärke einer Batterie niemals gröfser seyn kann als die einer ihrer einfachen Ketten.

auch wohl keinen festen Werth besitzt, vielmehr von der Gestalt und Gröfse der Platten des Voltameters abhängt. Bei einer gewissen Stromstärke kann man diese Platten Minuten lang beobachten, ohne dafs sich mit aller Aufmerksamkeit auch nur die geringste Spur von Wasserzersetzung wahrnehmen läfst, bis dann plötzlich an einem Rande oder an einer Ecke ein fast mikroskopisches Knöpfchen entsteht, welches sich langsam vergröfsert, dann ablöst und nun als feines Bläschen in die Höhe steigt. Die sichtbare Wasserzersetzung hebt also bei keiner genau bestimmbaren Gränze an; aber dieser erste Anfang ist es auch nicht, welcher hier, wie in der Regel, gemeint wird, wenn von diesem Procefs die Rede ist. Man versteht darunter vielmehr eine schon merkliche Gröfse desselben, und um diese Gröfse etwas näher zu bestimmen, will ich sie auf ein Quantum von 2 bis 3 Hunderteln eines Kubikcentimeters Knallgas in der Minute festsetzen. Eine solche sichtbare Wasserzersetzung ist es, welche eine einfache Grove'sche Kette von der gewöhnlichen Construction zwischen Platinplatten im Voltameter hervorzubringen vermag [1]).

1) Um zu erfahren, welcher Grad von Stromschwäche noch eine sichtbare Wasserzersetzung hervorbringen würde, schaltete ich einst in den Kreis einer einfachen Grove'schen Kette, deren Kraft ich, da sie mit schon mehrmals gebrauchter Salpetersäure construirt worden, auf 30 meiner Einheit schätze, folgende Gegenstände ein: 1) Ein Voltameter; 2) einen Silberfällungsapparat, bestehend aus zwei kleinen Platinplatten, die in einer gesättigten Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd hingen; 3) ein Galvanometer, und 4) eine Drahtmasse, deren Widerstand nach approximativer Bestimmung gleich war acht Tausend Fufs oder 96 Tausend Zoll meines neusilbernen Mefsdrahts. Die Stromstärke betrug demnach höchstens etwa $\frac{30}{96000} = \frac{1}{32000}$ meiner Einheit, was in meiner Sinusbussole einer Ablenkung von 6″,5 und im Voltameter 0,000444 Kub. Centm. Knallgas in der Minute entsprechen würde. Bei diesem schwachen Strom konnte ich, obwohl ich ihn 4 bis 5 Stunden wirken liefs, nicht die mindeste Spur von sichtbarer Wasserzersetzung im Voltameter wahrnehmen; aber im Silberfällungsapparat liefsen sich unzweideutige Anzeigen des chemischen Processes erkennen. Auf beiden Seiten der negativen Platinplatte hatten sich einzelne, ganz zerstreute Kryställchen von Silber abgelagert, in Summe wohl ein Paar Dutzend. Die Silberfällung ist daher weit empfindlicher in ihren Angaben als die Wasserzersetzung. Beim

Diese Bemerkungen glaubte ich vorausschicken zu müssen, um einige Beobachtungen zu erläutern, die ich vor mehren Wochen bei fortgesetzter Untersuchung der Grove'schen Gasbatterie zu machen Gelegenheit hatte, und mir Interesse genug zu haben scheinen, um sie von meinen anderweitigen Arbeiten über die elektromotorischen Kräfte getrennt veröffentlichen zu dürfen.

Was ich vorhin vom Platin gesagt habe, gilt vom Platin mit *blanker metallischer* Oberfläche, in welcher Gestalt es übrigens noch eine Menge Verschiedenheiten darbietet, die zur Zeit zu den obscuren Facultäten gerechnet werden müssen. In dieser Gestalt wird es aber nicht in der Grove'schen Gasbatterie benutzt. Es wird daselbst *platinirt* angewandt, d. h. überzogen mit dem schwarzen, äufserst fein vertheilten Platinpulver, welches man aus einer verdünnten Lösung von Platinchlorid elektrolytisch darauf niederschlagen kann. Zwei solche Platten, von denen die obere Hälfte der einen von Sauerstoffgas, die der anderen von Wasserstoffgas umgeben ist, während die unteren Hälften beider in verdünnte Schwefelsäure hinabreichen, bilden das Element der von Hrn. Grove erfundenen Gasbatterie, die übrigens, wie ich schon früher bemerkt habe, was den Ursprung ihrer Kraft betrifft, von der secundären oder Ladungssäule im Wesentlichen nicht verschieden ist [1]).

Die zu dieser Säule erforderlichen Gase pflegt man entweder auf rein chemischem Wege darzustellen, oder in einem dazu eingerichteten Voltameter abgesondert elektrolytisch zu entwickeln, und dann mit den erwähnten Platinplatten in Berührung zu setzen.

Zu einem gewissen Zweck, welcher nur eine geringe Gasmenge erforderte, wollte ich noch kürzer verfahren, näm-

Anblick der so vereinzelt abgelagerten Silberkryställchen mufs sich übrigens nothwendig die Frage aufdrängen, welcher Vergang an den der Oberfläche nach so sehr überwiegenden Theilen der Platinplatte stattfinden mochte, welche ihren Glanz behielten und keine Ablagerung zeigten. Ging dort der Strom gar nicht durch, oder ging er auf dem Wege der blofsen Leitung durch?

1) Annalen, Bd. 61, S. 599.

lich die Gase unmittelbar an den Platten selbst entwickeln. Ich verband daher diese Platten als Elektroden mit einer einfachen Grove'schen Kette, hoffend im Laufe einer Stunde wenigstens so viel Gas zu erhalten, als ich gerade gebrauchte. Wie grofs war aber mein Erstaunen, als ich statt der schwachen Wasserzersetzung, die ich erwartet hatte, eine verhältnifsmäfsig recht starke erhielt, so dafs ich schon nach wenig Minuten meinen Zweck erfüllt sah.

Diefs interessante Ergebnifs forderte natürlich zu weiteren Versuchen auf. Ich construirte mir demnach mit platinirten Platinplatten ein Voltameter, um die Wirkung desselben zu vergleichen mit der meines gewöhnlichen Voltameters, welches blanke Platten besitzt [1]).

Gleich der erste Versuch ergab ein aufserordentliches Uebergewicht zu Gunsten der platinirten Platten. Dieselbe Grove'sche Kette nämlich, die mittelst des *blanken* Volta-

1) Da man zuweilen in den Fall kommen kann, sich ein solches Instrument zu temporären Zwecken construiren zu müssen, so dürfte die Angabe des Verfahrens, welches mir gute Dienste leistete, wohl nicht unwillkommen seyn. Ich nehme eine gut cylindrische oder wenigstens sich nach oben nicht erweiternde Glasglocke, oder eine am Boden abgeschnittene Glasflasche (Taf. I, Fig. 12), wähle einen sie unten verschliefsenden Kork (*aa*), überziehe diesen auf seiner kleineren Grundfläche mit Siegellack, zerschneide ihn darauf in drei Segmente von zweckmäfsiger Gröfse, lege zwischen diese Segmente die Platinplatten *pp*, und schiebe ihn nun, mit sammt den Platten, in die Glasglocke hinein, und zwar so tief, dafs der Rand um einige Linien über den Kork hervorragt. Die Schale, die somit von dem hervorragenden Glockenrand und der Aufsenfläche des Pfropfens gebildet wird, giefse ich nun, nach Umkehrung der Glocke und gelinder Erwärmung derselben über einer Weingeistflamme, mit geschmolzenem Harzkitt *bb* aus, bestehend aus 4 Th. Harz und 1 Th. Wachs, dem ich noch, um seine Leichtflüssigkeit und Zähigkeit zu erhöhen, etwas Bernsteinfirnifs zusetze. Nach dem Erkalten hat man einen Verschluss, welcher einer schwachen Säure (wie z. B. einem Gemisch von 1 Th. concentrirter Schwefelsäure und 9 Th. Wasser) wochenlang widersteht, ohne dafs der Kork sonderlich erweicht oder Flüssigkeit durchsickert. An die aus dem Kitt hervorragenden Enden der Platinplatten werden beim Gebrauch natürlich Klemmen angesetzt. — Bei einem Voltameter, das zu längeren Gebrauche dienen soll, ist es jedoch räthlich, Kork und Kitt, so wie auch jede Löthung zu vermeiden, und nur Glas und Platin anzuwenden.

meters in 30 Minuten nur 0,892 C.C. Knallgas (reducirt auf 0^m,760, auf 0° und volle Trockenheit) gegeben hatte, lieferte, verbunden mit dem *platinirten* Instrument, in einer gleichen Zeit 77,68 C.C. des Gases (eben so reducirt), also fast 87 Mal so viel als im ersten Fall. Dieſs Resultat muſste um so mehr überraschen, als die platinirten Platten zwar nahe denselben Abstand von einander hatten, und in Schwefelsäure von gleichem Grade der Verdünnung standen, wie die blanken Platten, ihre Gröſse aber kaum die Hälfte der der letzteren erreichte.

Natürlich war dieſs Resultat nur die Folge einer gröſseren Stärke, welche der Strom mit den platinirten Platten besaſs. Als die beiden Voltameter zugleich und hinter einander mit einer Batterie aus zwei Grove'schen Ketten verbunden wurden, die Stromstärke in beiden also gleich seyn muſste, gab auch jedes von ihnen gleich viel Gas, nämlich 17,94 C.C. Knallgas (wie vorhin reducirt) in 30 Minuten, also das platinirte Instrument *weniger*, und das blanke *mehr*, wie im Fall, da es für sich mit *einer* Grove'schen Kette verknüpft war.

Um die Sache näher zu untersuchen, schritt ich nun dazu, die Polarisation der Platten beider Voltameter quantitativ zu bestimmen. Ich verband die beiden Instrumente successive mit einer frisch geladenen Batterie aus zwei Grove'schen Ketten, in deren Kreis zugleich die Sinusbussole mit ihrem Rheochord (Widerstandsmesser) eingeschaltet war; und nachdem die Stromstärke keine Abnahme mehr zeigte, die Polarisation also ihr Maximum erreicht hatte, maaſs ich den Betrag jener Stärke bei verschiedenen Längen des Meſsdrahtes. Eben so verfuhr ich mit der Batterie allein. Daraus ergeben sich dann auf bekannte Weise, mittelst der Ohm'schen Formel, die elektromotorischen Kräfte und die wesentlichen Widerstände der beiden Systeme und der Batterie; und wenn man die für die Batterie gefundenen Elemente von denen für die Systeme erhaltenen abzieht, bekommt man die gesuchten Elemente für die Voltameter. Ich muſs indeſs bemerken, daſs ich bei den aus Voltame-

ter und Batterie gebildeten Systemen nur die beiden zuerst gemessenen, gröfsten Stromstärken auf diese Weise berechnet habe, indem es nur bei diesen erlaubt ist, die Polarisition als eine constante Kraft zu betrachten [1]). Man erhält dadurch den wesentlichen Widerstand des Systems und einen ersten Werth seiner elektromotorischen Kraft, aus welchen beiden Elementen sich dann die übrigen, den kleineren Stromstärken entsprechenden Kräfte ergeben, wenn man diese Stromstärken respective multiplicirt mit den zugehörigen gesammten Widerständen.

Die umstehend folgende Tafel giebt eine Uebersicht der angestellten Messungen und ihrer Resultate:

1) Durch anderweitige Messungen, die ich, nebst den daraus zu ziehenden Schlüssen künftig zu veröffentlichen gedenke, habe ich mich überzeugt, dafs man, für die Polarisation und für den Widerstand zwischen den Platten in der Flüssigkeit, nach dem Ohm'schen Verfahren, wenn nur der Strom die gehörige Stärke dabei behält, dieselben Werthe bekommt, wie nach der Methode von Wheatstone und Lenz, bei welcher die Stromstärke constant gehalten und der Abstand der Platten verändert wird. Auch habe ich gefunden, dafs die letztere Methode für den genannten Widerstand eine gleiche Gröfse ergiebt, die Platten mögen aus Platin oder aus einem leicht oxydirbaren Metall, z. B. Zink, bestehen.

Zeit.	Äußerwesentlicher Widerstand. l.	Stromstärke. i.	Wesentl. Widerstand.	Elektromotorische Kraft.	Polarisation.

Batterie verbunden mit dem platinirten Voltameter.

		System	geschlossen	$r+w$	$k-p$	p
9h	30′					
10	1	21,03	*sin* 86° 38	10,03	31,01	32,98
—	6	25,03	- 62 11			
—	12	29,03	- 52 31		30,97	33,02
—	16	33,03	- 45 53		30,91	33,08
—	20	41,03	- 37 17		30,93	33,06
—	24	49,03	- 31 38		30,98	33,01
—	41	59,03	- 26 26		30,74	33,25
—	45	69,03	- 23 0		30,89	33,10
—	50	99,03	- 16 32		31,04	32,95
—	54	129,03	- 12 57		31,16	32,83
11	2	189,03	- 9 5		31,43	32,56
—	8	249,03	- 7 2		31,73	32,26

Batterie für sich.

		Batterie	geschlossen	r	k	
—	11					
—	22 (e)	99,03	*sin* 36° 45′	7,85	63,95	aus (b) und (e)
—	27 (d)	89,03	- 41 18	7,89	63,97	- (a) - (d)
—	32 (c)	79,03	- 47 23	7,88	63,95	- (a) - (c)
—	36 (b)	69,03	- 56 17	8,01	64,08	- (a) - (b)
—	40 (a)	59,03	- 72 55			
			Mittel	7,91	63,99	

Batterie verbunden mit dem blanken Voltameter.

		System	geschlossen	$r+w$	$k-p$	p
11h	45′					
12	45	21,03	*sin* 47° 49′	9,02	22,27	41,72
—	52	29,03	- 35 49			
—	56	41,03	- 26 48		22,55	41,44
1	0	59,03	- 19 43		22,94	41,05
—	4	99,03	- 12 43		23,79	40,20
—	8	189,03	- 7 15		24,99	39,00
—	12	249,03	- 5 44		25,78	38,21

[r = Wesentl. Widerstand d. Batterie k = Elektr. Kraft d. Batterie
w = - - - Voltamet. p = Polarisat. d. Voltamet.]

Aus dieser Tafel gehen drei Resultate hervor:

1) Dafs das Polarisationsmaximum bei den *platinirten* Platten sehr bedeutend, um etwa ein Viertel seines Werths, geringer ist als bei den *blanken* Platten, nur wenig die Kraft einer *einfachen* Grove'schen Kette übertreffend, wenn diese,

wie in der angewandten Batterie, mit Schwefelsäure von 1,105 und Salpetersäure von 1,34 spec. Gew. construirt wird.

2) Dafs die Polarisation bei den *platinirten* Platten weniger mit den Aenderungen der Stromstärke variirt als bei den *blanken*.

3) Dafs sie auch bei den *ersteren* Platten schneller zu ihrem Maximum gelangt, als es in der Regel bei den letzteren der Fall ist, wenigstens wenn sie nicht einen hohen Grad von Reinheit besitzen.

Die Ergebnisse dieser Messungen genügen in so weit, als sie zeigen, dafs unter gleichen Umständen die platinirten Platten eine bedeutend schwächere und beständigere Polarisation annehmen als die blanken. Allein zur Erklärung der bei der einfachen Kette beobachteten Erscheinung reichen sie noch nicht aus. Denn die 77,68 C.C. Gas, welche, wie S. 184 erwähnt, in 30 Minuten mit einer Grove'schen Kette erhalten wurden, entsprechen an der Sinusbussole einer Ablenkung von nahe 10° 30′, und die vorstehende Tafel zeigt, dafs die bei dieser Stromstärke gefundene Polarisation der platinirten Platten noch merklich gröfser ist als in der Regel die elektromotorische Kraft einer solchen Kette, welche also hienach gar nicht im Stande seyn würde eine Wasserzersetzung zu bewirken.

Dieser Widerspruch hat meiner Meinung nach darin seinen Grund, dafs die obigen Messungen etwas zu rasch hinter einander vorgenommen wurden. Wenn man nämlich von einer Stromstärke zu einer andern übergeht, so gebraucht die Polarisation einige Zeit, um sich der neuen Stromstärke anzupassen, und diese Zeit ist um so gröfser, je kleiner die Stromesunterschiede sind. Ich befolgte freilich nach jedesmaliger Vergröfserung des aufserwesentlichen Widerstands die Vorsicht, nicht eher eine Ablesung zu machen als bis die Nadel einen festen Stand erlangt hatte; allein es scheint doch als habe sich die Polarisation bei den kleineren Stromstärken noch nicht ganz ausgeglichen gehabt; und wenn dem so war, mufste sie für diese Stromstärken zu grofs *gefunden* werden.

Um hierüber in's Reine zu kommen, schaltete ich in ein ähnliches System wie vorhin (bestehend aus zwei Grove'schen Ketten, dem platinirten Voltameter, der Sinusbussole und dem Rheochord) sogleich einen grofsen Widerstand ein, so dafs der Strom von vornherein nur schwach war; maafs blofs bei diesem einen Widerstand die Stromstärke, und bestimmte darauf die Elemente der Batterie. So erhielt ich:

System			Batterie		
Zeit.	aufserwesentlicher Widerstand.	Stromstärke.	Zeit.	aufserwesentlicher Widerstand.	Stromstärke.
10^h 19′	System geschlossen		11^h 6′	Batterie geschlossen	
— 29	187,03	*sin* 9° 3′	— 11	97.03	*sin* 36° 42
— 34	dito	− 8 59	— 16	67,03	− 57 48
— 39	dito	− 8 55			
— 44	dito	− 8 53	woraus:		
— 49	dito	− 8 51		$k=61{,}04$	
— 54	dito	− 8 50		$r=5{,}10$	
	Mittel *sin* 8° 55′				

Am Tage zuvor hatte ich bei einem ähnlichen System, welches dasselbe Voltameter einschlofs, folgende Messungen gemacht:

Zeit.	Aufserwesentlicher Widerstand. $l.$	Stromstärke. $i.$	Wesentlicher Widerstand.	Elektromotorische Kraft.	Polarisation.
10^h 14′	System geschlossen		$r+w$	$k-p$	p
11 17	19,03	*sin* 85° 9′	9,64	28,58	33,39
20	23,03	− 60 59			

Batterie für sich.

11^h 29′	Batterie geschlossen		r	k
34	77,03	*sin* 47° 32′	6,98	61,97
40	57,03	− 75 30		

Aus der letzten Reihe ergiebt sich der Widerstand des Voltameters oder $w=9{,}64-6{,}98=2{,}66$. Wenn man diesen Werth für die erste Reihe benutzt, so hat man:

$$w+r+l=2{,}66+5{,}10+187{,}03=194{,}79$$
$$194{,}79\ sin\ 8^{\circ}\,55=k-p=30{,}20$$

und:

$$p=k-30{,}20=61{,}04-30{,}20=30{,}84.$$

Dieser Werth von p, obwohl noch etwas gröfser als die Hälfte des k der angewandten Batterie bleibt doch unterhalb der elektromotorischen Kraft, die eine einfache Grove'sche Kette von guter Construction besitzen kann [1]), und darnach begreift sich also, wie diese im Stande ist, Wasser im Voltameter zu zersetzen.

Eine Bestätigung dafür, dafs die Polarisation der platinirten Platten bei geringeren Stromstärken in der That keinen höheren Werth als den angegebenen besitzt, giebt mir ferner ein Versuch, den ich zur Zeit der ersten Reihe von Messungen, S. 186, mit einer einfachen Grove'schen Kette anstellte. Diese Kette, mit dem platinirten Voltameter und einem aufserwesentlichen Widerstand $l=13{,}03$ verbunden, lieferte nämlich eine Stromstärke $i=sin\ 2^{\circ}\,31'$. Für die Kette allein war $k=31{,}47$ und $r=4{,}14$. Die Reihe S. 186 giebt $w=2{,}12$; also war $i(r+w+l)=k-p=0{,}85$ und

$$p=k-0{,}85=31{,}47-0{,}85=30{,}62,$$

was sehr nahe mit dem zuvor gefundenen Werth übereinstimmt.

Nach allem diesem glaube ich darf an dem Resultat der Messungen nicht gezweifelt werden, so dafs es überflüssig ist, noch etwas zur Erläuterung hinzuzufügen. Es lassen sich auch andere Erscheinungen mit Gewifsheit voraussehen. So wird namentlich das Verhältnifs der in gleicher Zeit von dem platinirten und dem blanken Voltameter gelieferten Gasmengen, um so stärker zu Gunsten des ersteren Instruments ausfallen, je kleiner innerhalb gewisser Gränzen die Kraft k der polarisirenden Kette ist; denn je kleiner k ist, desto kleiner ist auch $k-p$, und desto mehr Einflufs auf

1) Beim vorletzten Versuch war in die Schwefelsäure, welche das amalgamirte Zink der Batterie aufnahm, zufällig ein gewisser Antheil Salpetersäure gerathen. Dieſs schadet zwar der Constanz des Stromes nicht, schwächt aber die elektromotorische Kraft, die bei einer guten Grove'schen Kette stets 31 bis 32 beträgt.

diese letztere Gröfse hat eine kleine Aenderung von p, so gut wie von k. Daher wird diefs Verhältnifs bei einer einfachen Kette mehr zu Gunsten des platinirten Instruments ausschlagen als bei einer Batterie; auch wird das Uebergewicht dieses Instruments bei der Batterie erst nach einiger Zeit hervortreten, da die blanken Platten, wenn sie nicht etwa besonders gereinigt worden sind, nur sehr langsam zu ihrem Polarisationsmaximum gelangen. Von der Richtigkeit dieser Folgerungen habe ich mich durch Erfahrung überzeugt.

Uebrigens will ich nicht behaupten, dafs man bei Wiederholung der obigen Messungen genau die angegebenen Zahlenwerthe wieder finden werde.

Denn für's Erste scheinen die platinirten Platten mit der Zeit eine kleine Aenderung zu erleiden. Der zuletzt angegebene Werth von $p = 33{,}39$, welcher etwas gröfser ist als der durch die ersten Messungen gefundene $= 32{,}98$, wurde zwei Monate nach diesem erhalten, nachdem das Voltameter zu mannichfachen Wasserzersetzungen gedient hatte, und seine Platten, weil ich zuweilen die Flüssigkeit ausgofs, mehrmals mit der Luft in Berührung gekommen waren. Auch gab mir diefs Instrument in der letzten Zeit nie ganz die Gasmenge, welche es anfänglich mit der einfachen Kette gegeben hatte.

Für's Andere aber habe ich gefunden, und weiterhin wird man die Belege dafür finden, dafs unter den platinirten Platinplatten beträchtliche Verschiedenheiten vorkommen, dafs es z. B. einige unter ihnen giebt, die, obwohl anderen im Ansehen völlig gleich, dennoch einen bedeutend höheren Grad von Polarisation annehmen, sey es, dafs sie nicht lang genug dem Platinirungsprocefs ausgesetzt wurden, oder dafs sich dem lockeren schwarzen Platinpulver, mit welchem sie sich dabei überziehen, ein compacteres graues beigemischt hatte, was leicht geschieht, wenn die Platinlösung nicht hinreichend verdünnt, oder der Strom nicht stark genug war.

So weit wäre denn die anfangs beobachtete Thatsache mit Bestimmtheit auf ihre nächste Ursache zurückgeführt; allein sie ist damit noch nicht vollständig erforscht. Sie bietet noch eine andere Seite dar, die eben so interessant als beachtenswerth ist, und zwar zeigt sich dieselbe beim Schliefsen und Oeffnen der Kette.

Vollzieht man das Schliefsen auch nur mit einiger Aufmerksamkeit, so gewahrt man, dafs die Gasentwicklung nicht gleichzeitig an den beiden platinirten Platten beginnt, sondern an der, welche den Sauerstoff ausgiebt, früher als an der anderen, die den Wasserstoff liefert. Besonders auffallend ist diefs, wenn man den Strom der polarisirenden Kette durch Einschaltung eines grofsen Widerstandes beträchtlich geschwächt hat.

Als ich z. B. 120 Zoll meines neusilbernen Mefsdrahts mit der einfachen Grove'schen Kette verband, und nun die Schliefsung mit dem platinirten Voltameter vollzog, zeigte sich innerhalb der ersten Minute an *beiden* Platten durchaus keine Spur von sichtbarer Wasserzersetzung. Nach Verlauf dieser ersten Minute kam der Sauerstoff zum Vorschein, und erst volle sechs Minuten später, also sieben Minuten nach der Schliefsung, begann die andere Platte Wasserstoff auszugeben. Währenddefs nahm die Stromstärke, wie die zugleich eingeschaltete Sinusbussole ergab, fortwährend ab. Die Ablenkung der Nadel betrug, als der Sauerstoff erschien, etwas über 3°, zur Zeit der Sichtbarwerdung des Wasserstoffs nur noch 1° 30'. Wenn der Strom stärker ist, liegt zwischen den Anfängen der beiden Gasentwicklungen keine so beträchtliche Zeit, und man ist daher gehindert das Phänomen mit Mufse zu beobachten.

Umgekehrt sind die Vorgänge beim Oeffnen der Kette. Zunächst gewahrt man, dafs beide Platten, trotz der Unterbrechung des Stroms, noch eine Zeit lang fortfahren Gas auszugeben. Es ist vielleicht dieselbe Erscheinung, welche man schon vor langer Zeit an den Poldrähten einer vielplattigen Volta'schen Säule wahrgenommen hat [1]); hier sieht

1) Pfaff in Schweigg. Journ., Bd. 53, S. 77. — Berzelius in Gilb.

man sie an der *einfachen Kette* und in ungleich gröfserem Maafsstabe. Allein man sieht noch mehr; man findet, dafs die Gasentwicklung nach sehr ungleicher Zeit an den beiden Platten aufhört. An der Platte, welche den Wasserstoff ausgiebt, geht sie schon nach einer oder anderthalb Minuten zu Ende, während die andere Platte noch lange Sauerstoffgas reichlich entläfst, und selbst noch nach einer Stunde dasselbe in mikroskopischen Bläschen aussendet. Um dieses zu beobachten, mufs man übrigens aus der Kette allen unnöthigen Widerstand entfernt haben, damit sie möglichst stark auf das Voltameter wirken konnte.

Offenbar sind diese Erscheinungen Folge einer Absorption, welche das zarte Platinpulver, mit dem die Platten bekleidet sind, auf die an ihm ausgeschiedenen Gase ausübt. Offenbar ist auch diese Absorption für beide Gase stärker so lange der Strom besteht, und zwar ungleich stärker für den Wasserstoff als für den Sauerstoff.

Es fragt sich nun, ob diese Absorption von Einfluſs sey auf die Polarisation. Bei den blanken Platinplatten kann kaum von einer Absorption die Rede seyn, und dennoch werden sie, wie wir gesehen, stärker polarisirt als die platinirten. Darnach scheint die Absorption wenigstens keinen fördernden Einfluſs auf die Polarisation auszuüben.

Andererseits habe ich schon vor sehr geraumer Zeit mit Hülfe einer eigends dazu construirten Wippe gefunden, dafs zwei blanke Platinplatten von recht homogener Beschaffenheit eine bei beiden gleiche, obwohl im Charakter entgegengesetzte Veränderung durch die Polarisation erleiden, so dafs die *eine* gegen eine *neutrale* Platte eben so *positiv*, wie die *andere negativ* wird.

Es fragt sich also weiter, ob diese Gleichheit auch noch bei den platinirten Platten bestehe. Das so verschiedene Absorptionsvermögen derselben für die beiden Gase der Wasserzersetzung macht dieſs nicht eben wahrscheinlich.

Um

Ann., Bd. 27, S. 269. Bei letzteren Versuchen wenigstens scheinen indeſs noch andere Umstände mit im Spiele gewesen zu seyn.

Um diese Frage wo möglich entschieden beantwortet zu erhalten, schlug ich folgenden Weg ein. Mit einer Batterie aus zwei Grove'schen Ketten verband ich *successive* vier in verdünnte Schwefelsäure gestellte Platinpaare, nämlich 1) zwei platinirte Platten, — 2) eine platinirte und eine blanke Platte, so geordnet, dafs sich der Wasserstoff an der platinirten zu entwickeln hatte, — 3) wiederum eine platinirte und eine blanke Platte, aber so gestellt, dafs sich der Wasserstoff an der blanken entbinden mufste, — 4) zwei blanke Platten. Ueberdiefs waren Bussole und Rheochord immer mit in dem Kreise, und so konnte in diesen vier Fällen, und in dem fünften, wo ich die Batterie zum Ueberfluſs noch für sich wirken liefs, die Stromstärke für verschieden gewählte Gröfsen des aufserwesentlichen Widerstands gemessen werden.

Wenn man nun hieraus die elektromotorische Kraft der vier Systeme, oder auch nur drei derselben auf frühere Weise berechnet hat, so besitzt man die Data, um zu beurtheilen, welche der beiden Platten des platinirten Paars am meisten zur Schwäche der bei diesem Paare beobachteten Polarisation beigetragen habe.

Bezeichnet man nämlich die Werthe, welche die platinirten Platten in der elektromotorischen Reihe erhalten, wenn sie respective durch Wasserstoff und Sauerstoff polarisirt sind, mit p'_h und p'_o, die der blanken Platten mit p_h und p_o, so hat man für die elektromotorischen Kräfte der vier Systeme die Ausdrücke:

$$\begin{aligned} k-(p'_h-p'_o)&=a\\ k-(p'_h-p_o)&=b\\ k-(p_h-p'_o)&=c\\ k-(p_h-p_o)&=d \end{aligned}$$

und daraus:

$$\begin{aligned} p'_o&=p_o+(c-d)=p_o+(a-b)\\ p'_h&=p_h+(d-b)=p_h+(c-a), \end{aligned}$$

wobei zu erwägen ist, dafs p_o einen negativen, p_h einen positiven Zahlenwerth hat, da die elektromotorische Reihe als von einem Nullpunkt (auf welchem man sich das neu-

trale Platin liegend denken mag) nach beiden Seiten hin zählend angenommen ist.

Ich habe zwei Reihen solcher Bestimmungen gemacht, und zwar, um die Batterie nicht übermäfsig lang anzustrengen, jedesmal nur an drei der vier Systeme, da die Messung an dem vierten, so wie die an der Batterie allein (zur Bestimmung von k) nur zur Controle oder zur Verknüpfung mehrer Reihen dient. Die Platinplatten standen immer in derselben verdünnten Schwefelsäure, mit welcher das Voltameter gefüllt war, ihr Abstand und ihr eingetauchter Theil waren in allen Fällen nahe, in einigen strenge gleich. Um näher die Vertauschung der Platten zu bezeichnen, habe ich die Nummern angegeben, mit welchen sie zur Unterscheidung gestempelt sind.

Erste Reihe.

Zeit.	Aufser-wesentlicher Widerstand.	Stromstärke.	Wesentl. Widerstand.	Elektromotorische Kraft.	Polarisation.
(H an schwarzer Platte No. 5 — O an blanker Platte No. 2.)					
10h 2′	Geschlossen		$r+w$	$k-(p'_k-p_0)$	p'_k-p_0
11 26	19,03	*sin* 65° 43′			
29	23,03	- 52 58	9,17	25,70	37,22
33	27,03	- 45 19		25,74	37,18
37	37,03	- 33 52		25,75	37,17
42	57,03	- 23 7		25,99	36,93
(Batterie für sich.)					
45′	Geschlossen		r	k	
50	57,03	*sin* 82° 34′			
55	77,03	- 48 56	6,42	62,92	
(H an blanker Platte No. 2 — O an schwarzer No. 5.)					
12h 0′	Geschlossen		$r+w$	$k-(p_k-p'_0)$	$p_k-p'_0$
43	19,03	*sin* 52° 47′	11,05	23,95	38,97
46	23,03	- 44 40			
50	27,03	- 38 55		24,48	38,44
53	37,03	- 30 29		24,39	38,53
58	57,03	- 21 29		24,93	37,99

Zeit.	Äußerwesentlicher Widerstand	Stromstärke.	Wesentl. Widerstand.	Elektromotorische Kraft.	Polarisation.

(*H* an blanker Platte No. 2 — *O* an blanker No. 1.)

1^h 0′	Geschlossen		$r+w$	$k-(p_k-p_0$	p_k-p_0
30	19,03	*sin* 50° 4′			
33	23,03	– 42 10	9,09	21,56	41,36
37	27,03	– 36 40		21,57	41,35
40	37,03	– 28 2		21,68	41,24
43	57,03	– 19 6		21,82	41,10

Zweite Reihe.

(*H* an schwarzer Platte No. 5 — *O* an schwarzer No. 8.)

9^h 55′	Geschlossen		$r+w$	$k-(p'_k-p'_0)$	$p'_k-p'_0$
10^h 58	19,03	*sin* 70° 14′			
2	23,03	– 55 15	8,49	25,90	35,76
5	27,03	– 46 57		25,96	35,70
8	37,03	– 34 58		26,09	35,57
12	57,03	– 23 47		26,42	35,24

(Batterie für sich.)

11^h 22′	Geschlossen		r	k
27	57,03	– 80° 2′		
31	77,03	– 48 17	5,58	61,66

(*H* an blanker Platte No. 2 — *O* an schwarzer No. 8.)

11^h 46′	Geschlossen		r	$k-(p_k-p'_0)$	$p_k-p'_0$
12 45	37,03	*sin* 29° 55′		23,93	37,63
48	27,03	– 38 40		23,66	37,90
51	23,03	– 44 3	10,84	23,55	38,01
55	19,03	– 52 1			

(Batterie für sich.)

12^h 56′	Geschlossen		r	k
1 0	77,03	*sin* 48° 11′	5,56	61,56
4	57,03	– 79 33		

(*H* an blanker Platte No. 2 — *O* an blanker No. 1.)

1^h 5′	Geschlossen		$r+w$	$k-(p_k-p_0)$	p_k-p_0
33	37,03	*sin* 27° 54′		22,04	39,52
37	27,03	– 36 20		21,98	39,58
41	23,03	– 41 34	10,07	21,96	40,60
45	19,03	– 49 0			

Aus der ersten Reihe ergiebt sich für die

gröfseren Stromstärken:	kleineren Stromstärken:
$p'_o = p_o + 2{,}39$	$p'_o = p_o + 3{,}11$
$p'_h = p_h - 4{,}14$	$p'_h = p_h - 4{,}17$

aus der zweiten

$p'_o = p_o + 1{,}89$	$p'_o = p_o + 1{,}59$
$p'_h = p_h - 1{,}97$	$p'_h = p_h - 2{,}87.$

Diese Resultate bestätigen zwar die relative Schwäche der Polarisation bei platinirten Platinplatten, aber in Bezug auf die in Rede stehende Frage lassen sie allerdings viel zu wünschen übrig. Ich würde sie deshalb auch nicht vorgelegt haben, wenn ich bald an eine Wiederholung der Messungen denken könnte, und dabei hoffen dürfte die Schwierigkeiten besser zu bewältigen als in den eben mitgetheilten, die jedenfalls als Beispiel der Methode nicht ohne Interesse seyn werden.

Die Schwierigkeiten, die sich hier darbieten, liegen einerseits in der Bedingung, dafs alle Platten eine normale Oberflächenbeschaffenheit besitzen, und andererseits in der, dafs sie unter gleichen Umständen eine gleiche Polarisation erhalten. Beide Bedingungen sind ungemein schwer zu erfüllen. Die platinirten Platten (und eben so die blanken), die zu vorstehenden Messungen dienten, sind andere als sich in den früher angewandten Voltametern befinden, und, obwohl sie ihnen im Ansehen völlig gleich zu seyn scheinen, haben sie doch einen merklich höheren Grad von Polarisation angenommen wie diese. Auch sind sie wohl unter sich verschieden, wenigstens macht die Ungleichheit der entsprechenden Werthe von p'_0 in beiden Reihen, von denen die ersteren mit Platte No. 8, die anderen mit Platte No. 5 erhalten wurden, dieſs sehr wahrscheinlich, wenn anders vorausgesetzt werden kann, dafs in beiden Reihen (die an zwei verschiedenen Tagen unternommen wurden) der einer jeden der beiden blanken Platten, No. 1 und No. 2, sich gleich blieb. Eine solche Ungleichheit mufs nothwendig die Regelmäfsigkeit der Resultate stören, und ihr Einflufs kann

nicht anders als durch mehrfache Combination der Platten entfernt werden, wobei aber die Schwierigkeit, unter gleichen Umständen eine gleiche Polarisation zu erhalten, nur desto stärker hervortritt.

Im Ganzen halte ich die zweite Reihe für zweckmäfsiger angestellt als die erste, bei welcher das gemischte Plattenpaar blofs gegen die Stromesrichtung umgekehrt ward [1]). Ich möchte daher glauben, ohne gerade sonderliches Gewicht auf die Zahlenwerthe zu legen, dafs die Resultate dieser Reihe der Wahrheit näher kommen als die der ersten. Wenn dem so ist, würde also für gröfsere Stromesstärken die Polarisation bei beiden platinirten Platten in ziemlich gleichem Grade schwächer seyn als bei den blanken; für kleinere Stromesstärken aber diejenige platinirte Platte, welche den Wasserstoff ausgiebt, gegen die blanke schwächer polarisirt seyn als die andere, den Sauerstoff liefernde platinirte Platte, verglichen mit der entsprechenden blanken. Auch nach der ersten Reihe würde die Platinirung hauptsächlich auf die Polarisation der das Wasserstoffgas entwickelnden Platte schwächend einwirken; da nun dieser Procefs, wie früher erwähnt, eine viel stärkere Absorption des Wasserstoffgases als des Sauerstoffgases veranlafst, so scheint es, als sey überhaupt die durch die Porosität der Oberfläche bedingte Absorption der Gase die nächste Ursache der Schwäche der Polarisation.

Bestätigt wird diefs einigermafsen dadurch, dafs weder die nach De la Rive's Methode dargestellten *grauen* Platinplatten [2]), noch die nach Faraday's Vorschrift mit Aetz-

1) Ein sonderbarer Umstand bei diesem Plattenpaar ist es, dafs der Widerstand gröfser ausfiel, wenn der Sauerstoff an der platinirten Platte entwickelt wurde, als im umgekehrten Fall. Ich habe diefs zu drei verschiedenen Malen beobachtet, will aber vor der Hand kein Gewicht darauf legen.

2) Annalen, Bd. 45, S 416. — Zum Behufe der gegenwärtigen Untersuchung bereitete ich sie mir mittelst des durch den Inversor (Annalen, Bd. 45, S. 385) oscillirend gemachten Strom einer Batterie aus zwei Grove'schen Ketten. Möglich übrigens, dafs die angewandten Platten noch nicht dick genug mit dem grauen Pulver überzogen waren; denn

kali und concentrirter Schwefelsäure behandelten *blanken* Platten [1]), obwohl sie, was *Reinheit der Oberfläche* betrifft, mit den schwarzen platinirten übereinkommen, und deshalb, wie letztere, bei der Wasserzersetzung beide Gase, namentlich das Wasserstoffgas, in feinen nicht adhärirenden Bläschen entweichen lassen, — doch nicht die Eigenschaft zeigen, die Gegenstand dieser Mittheilung ausmachten, jene blanken Platten vielmehr gerade eine recht starke Polarisation annehmen.

Das Verhalten des platinirten Platins bei der Polarisation, wirft einiges Licht auf den merkwürdigen Umstand bei der Grove'schen Gaskette, dafs das Sauerstoffgas, welches die eine Platte umgiebt, so gut wie gar keinen elektromotorischen Einflufs auf dieselbe ausübt. Ich gedenke auf diese, schon von Schoenbein und Grove beobachtete, so wie auch von mir bereits vor einigen Jahren numerisch festgestellte Thatsache nächstens zurückzukommen; für heute will ich sie übergehen, um noch von einer anderen mir im Laufe dieser Untersuchung vorgekommenen Erscheinung zu reden.

Wie schon erwähnt und auch allgemein bekannt, zeigen blanke Platinplatten bei der Polarisation unter gewöhnlichen Umständen nichts, was auf eine Absorption oder ein ungleiches Festhalten der an ihnen entbundenen Gase hindeuten könnte. Es schien mir nicht unwahrscheinlich, dafs sich in höherer Temperatur etwas dem Aehnliches zeigen möchte.

Demgemäfs stellte ich folgenden Versuch an. Zwei, nach Faraday's Vorschrift wohl gereinigte blanke Platinplatten spannte ich in einen meiner Plattenhalter [2]), und hing sie mittelst desselben in ein über die Hälfte mit verdünn-

bei Flächen von einiger Gröfse ist eine sehr lange Zeit erforderlich, um eine etwas dicke Schicht desselben zu bilden.

1) Annalen, Bd. 33, S. 163. — Man darf dabei die Erhitzung mit Aetzkali nicht zu weit treiben, weil sonst das Platin stark oxydirt wird.

2) Annalen, Bd. 52, S. 509.

er Schwefelsäure gefülltes Becherglas, so jedoch, dafs sie noch beinahe einen Zoll vom Boden desselben entfernt blieben. Darauf verband ich die Platten mit einer galvanischen Kette, und erhitzte die Flüssigkeit, durch eine darunter gestellte Weingeistlampe, langsam bis zum anfangenden Sieden.

Wenn die Kette eine einfache Daniell'sche ist, zeigt sich nichts Bemerkenswerthes, es sey denn der Umstand, dafs diese Kette, die bekanntlich bei gewöhnlicher Temperatur keine sichtbare Wasserzersetzung zwischen Platinplatten zu bewirken vermag, dieselbe auch nicht bei Siedhitze zu Stande bringen kann.

Anders verhält sich eine einfache Grove'sche Kette. Die schwache Wasserzersetzung, die sie bei gewöhnlicher Temperatur hervorbringt, nimmt bei etwa 70° bis 80° C. merklich an Stärke zu, und wenn die Kette fortwährend in Schliefsung bleibt, kommt endlich die Flüssigkeit an *beiden* Platten zum lebhaften Sieden, lange ehe Dampfblasen vom Boden des Gefäfses aus sich erheben. Man könnte diese Erscheinung mit der längst vom Platin bekannten Einwirkung auf das Sieden identificiren; allein sie fällt doch nicht mit dieser zusammen. Denn, wenn man die Kette öffnet, hört das Sieden auf, zum Beweise, dafs es die schwache Gasentwicklung an den Platten ist, welche hier die Dampfbildung begünstigt.

Noch mehr zeigt sich diefs, wenn man die Kette einige Zeit geöffnet läfst und die Flüssigkeit nahe am Siedpunkt erhält. Schliefst man nun auf wenige Augenblicke, so findet eine stürmische Dampfentwicklung statt, so dafs leicht ein Theil der Flüssigkeit überwallt, und diese Entwicklung verschwindet sogleich, so wie man wieder öffnet.

Aber die merkwürdigste Seite der Erscheinung tritt erst bei oftmaligem pausenweisen Schliefsen der Kette hervor. Anfangs zeigt sich bei diesem Verfahren, wie vorhin bei unterhaltener Schliefsung, die Dampfbildung in gleicher Stärke an *beiden* Platten; je öfter man aber das pausenweise Schliefsen wiederholt, je mehr zieht sich diese Bildung nach der

einen Platte hin, und endlich gelangt man zu einem Punkt, wo der Dampf so gut wie alleinig an dieser einen Platte entweicht, und es zweifelhaft wird, ob überhaupt an der andern Platte eine Entwicklung von Gas oder Dampf stattfinde.

Kehrt man nun die Richtung des Stromes um, so geht auch die Dampfbildung zu der anderen Platte über, und sie ist dann besonders beim ersten momentanen Schliefsen überaus heftig. Bei jeder Umkehrung des Stroms findet derselbe Wechsel statt; unterhält man etwa die Schliefsung längere Zeit, so fängt auch die andere Platte an Dampf zu entwickeln, und bald kommt ein Moment, wo der specifische Unterschied beider Platten vollständig verwischt ist.

In der Regel ist die dampfbildende Platte diejenige, welche mit dem Platin der Kette in Verbindung steht, also Sauerstoff entbindet. In einigen Fällen habe ich freilich das Umgekehrte beobachtet; wenn ich aber eine Zeit lang so verfuhr, wie oben angegeben worden, kam immer die Dampfbildung auf die den Sauerstoff liefernde Platte zurück, und wenn einmal der Dampf solchergestalt mit dem Sauerstoff gepaart worden, folgte er ihm von der einen Platte zur andern, je nach der Richtung des Stroms.

Eine Batterie aus zwei Grove'schen Ketten zeigt im Wesentlichen dieselbe Erscheinung, nur wird sie durch die starke Wasserzersetzung versteckt; schwächt man aber den Strom durch Einschaltung einer hinreichenden Drahtlänge, so ist der Vorgang derselbe wie bei der einfachen Kette.

Platinirte Platten verhalten sich wie blanke; auch macht die Concentration der Säure keinen Unterschied; ich habe Säure angewandt, die wenig über 100° C. kochte, und andere, deren Siedpunkt bei 112° C. lag. In beiden Fällen war die Erscheinung dieselbe, die ich für jetzt übrigens nur als Thatsache hier niederlegen will.

Zusatz.

Vor etwa acht Tagen empfing ich von Hrn. Jacobi, in St. Petersburg, einen Brief, in welchem er mir eine von ihm entdeckte Thatsache mittheilt, die ich glaube, theils ihres Interesses, theils ihres Zusammenhanges mit meinen Beobachtungen wegen, hier nicht unberührt lassen zu dürfen.

Hr. J., schon längere Zeit im Besitz einer prächtigen, von Stöhrer, in Leipzig, construirten magneto-elektrischen Maschine, hatte vor Kurzem das dazu gehörige Voltameter erhalten, bestehend aus einer heberförmigen Röhre, in dessen einen, aufrechtstehenden Schenkel unten Platinplatten angeschmolzen sind. Sein erster Versuch war, die Maschine auf Wasserzersetzung zu prüfen. Er erhielt etwa 19 C.C. Knallgas in der Minute. Diese Gasmenge, die offenbar noch lange nicht bis zu den Platten hinabreichte, zeigte nun die Merkwürdigkeit, dafs sie nach einer (nicht näher angegebenen) Zeit so gut wie gänzlich verschwand, indem nur eine Luftblase von kaum 0,01 C.C. übrig blieb [1]).

Diese Resorption ist offenbar, wie es auch die Petersburger Physiker annehmen, Folge der bekannten katalytischen Wirkung des Platins auf ein Gemisch von Sauer- und Wasserstoff; aber diese Wirkung war bisher nur auf die gasförmigen Körper bekannt, nicht oder nicht in dieser Weise auf die von einer Flüssigkeit gelösten, und sie ist hier um so auffallender, als einerseits Schwefelsäure von 1,3 spec. Gewicht angewandt ward, welche nach Faraday nur sehr wenig Knallgas lösen soll, und andererseits das über der Flüssigkeit befindliche Gas, besonders im Fortgang der Resorption einen beträchtlichen Abstand von den Platinplatten hatte; denn der senkrechte Schenkel des Voltameters war etwa 3 Decimeter oder 11 Par. Zoll hoch.

Natürlich mufste die Erscheinung mein besonderes Interesse erregen; ich beschlofs also sogleich sie zu wiederholen. Ich hatte mir, zur Zeit als ich die vorhin beschriebenen Eigenschaften des platinirten Platins kennen lernte,

1) Annalen, S. 105 des vorigen Hefts.

mehre Platten platinirt, unter andern auch die eines röhrenförmigen Voltameters, — hatte aber dasselbe bis dahin noch nicht in seiner neuen Form benutzt.

Offenbar mufste es sich in dieser Form als das geeignetste Instrument zur Wiederholung des von Hrn. Jacobi angestellten Versuches darbieten, und diefs fand sich auch bestätigt; denn als ich rasch 56 C.C. Knallgas darin entwickelt hatte, d. h. so viel, dafs die Platten noch einen Zoll hoch von der Flüssigkeit bedeckt blieben, begann die Resorption sogleich mit ungemeiner Schnelligkeit, so dafs im Umsehen einige Kubikcentimeter verschwunden waren. So wie die Flüssigkeit höher stieg, verlangsamte sich der Gang der Resorption, aber sie hörte nicht eher auf, bis alles Gas, bis auf etwa 1 C.C., welches vielleicht gemeine Luft seyn mochte, in der mehr als einen Par. Fufs hohen Röhre verschluckt war; diefs geschah nach einigen Stunden.

Man kann wohl billig fragen, wie es komme, dafs eine so in die Augen fallende Erscheinung nicht schon längst beobachtet worden, da man doch hundert und aber hundert Mal Wasser zersetzt hat, da man die Wasserzersetzung durch die sorgfältigsten Messungen sowohl mit der Metallfällung als mit der magnetischen Stromstärke vergleichen, und immer beiden Wirkungen genau proportional gefunden hat.

Die Antwort darauf ist einfach die, dafs die Erscheinung nicht unter allen Umständen auftritt, sondern nur bei Anwesenheit eines selten vorhandenen Zustandes der Oberfläche des Platins. Reinheit der Oberfläche ist wohl ein wesentliches Erfordernifs, und diese besitzt das platinirte Platin in hohem Grade. Sie kann dem Platin theilweis auch durch Glühen gegeben werden, und vielleicht ist der Umstand, dafs bei dem Stöhrer'schen Voltameter die Platten eingeschmolzen, also mindestens stark erhitzt wurden, die Ursache, dafs dieselben in beschriebener Weise wirkten.

Ich habe mich übrigens durch directe Versuche überzeugt, dafs das flaschenförmige Voltameter mit blanken Platinplatten, welches ich zu allen genaueren Messungen an-

wende, die in Rede stehende Absorption entweder gar nicht oder in höchst unbedeutendem Grade zeigt. Die damit gemachten Bestimmungen, wie es auch deren Uebereinstimmung mit den Angaben der Sinusbussole und den Resultaten der Silberfällung erweist, sind also von dieser Fehlerquelle frei.

Dagegen findet sie sich allerdings bei dem ähnlich eingerichteten Voltameter mit platinirten Platten, dessen ich mich zu den in diesem Aufsatz beschriebenen Versuchen bedient habe. Trotz dem aber glaube ich, dafs man mit diesem Instrument auch sichere Bestimmungen machen kann. Denn einmal scheint es nicht glaublich, dafs, so lange der Strom wirkt, und besonders so lange er hinreichend stark ist, um eine beträchtliche Menge Gas zu entbinden, irgend eine erhebliche Resorption stattfinden könne. Und wenn diefs nicht der Fall ist, hat man auch keinen Fehler zu besorgen, denn die entwickelten Gase werden bei diesem Voltameter, wie bei dem eben erwähnten blanken, sogleich in die Mefsröhre abgeleitet, wo sie ganz von den Platinplatten gesondert sind [1]).

Als ich mich dieser Tage von dem Resorptionsvermögen dieses Voltameters überzeugen wollte, und demgemäfs, nach Unterbrechung des Stroms, die Ableitungsröhre mit ihrem unteren Ende in der Sperrflüssigkeit stehen liefs, was ich sonst, als überflüssig, nie zu thun pflege, hatte ich Gelegenheit eine recht interessante Erscheinung wahrzunehmen. — Ich sah nämlich, *dafs die Resorption schon begann, während die positive Platte noch fortfuhr Sauerstoff*

1) Ein Versuch, den ich seitdem angestellt habe, scheint diese Ansicht zu bestätigen. Als ich nämlich das platinirte und das blanke Voltameter hinter einander in eine Batterie von drei Grove'schen Ketten eingeschaltet hatte und die Gase auffing, gab, unter gleichen Umständen des Drucks und der Temperatur in den

ersten 16′ das blanke 336 C.C, das schwarze 332 C.C.
in späteren 16′ das blanke 326 C.C., das schwarze 325 C.C.

Freilich blieben die platinirten Platten etwas zurück gegen die blanken, aber im letzteren Falle doch so wenig, dafs man den Unterschied lieber auf Rechnung eines Zufalls als auf die einer Resorption setzen möchte.

zu entlassen. Es waren also im Voltameter zwei Processe zugleich in Thätigkeit, eine Bildung von Gas und eine Vereinigung von Gasen, von welchen der letztere den ersteren überwog.

II. *Irisirendes Silber.*

Bekanntlich hat Sir D. Brewster i. J. 1829 die interessante Entdeckung gemacht, dafs das Farbenspiel, welches die Perlmutter in Folge ihrer äufserst zart gefurchten Oberfläche darbietet, auf andere Körper, wie Blei, Zinn, leichtflüssiges Metallgemisch, schwarzes Siegellack u. s. w., übertragen werden kann, wenn man die Perlmutter darin abdrückt. Das somit auf leichtflüssigem Metallgemisch hervorgerufene Farbenspiel ist anfangs sehr lebhaft, verliert sich aber bald durch Oxydation der Oberfläche. Um es in dauerhafter Weise herzustellen, empfiehlt Hr. Brockelsby, zu Hartford in Connecticut, dasselbe mittelst des Galvanismus auf Silber zu übertragen. Zu dem Ende verfährt er so. Erstlich schleift und polirt er die Muschel auf der Rückseite, so dafs die vielen concentrischen Schichten, aus denen sie besteht, blofsgelegt werden. Dann schmilzt er leichtflüssiges Metallgemisch, gieſst es in Oelpapier aus, und wenn keine Luftblasen mehr zum Vorschein kommen, schiebt er mit einem Kartenblatt die Oxydhaut davon zurück, worauf er, sobald es einen vollkommenen Spiegel darstellt, die Perlmutter rasch darin abdrückt.

Nach dem Erkalten nimmt er die Muschel ab und wendet das Metall, noch ehe es an der Luft angelaufen ist, in Cyansilberlösung als negativen Pol einer kleinen Batterie an, wo es sich mit einer Silberschicht überzieht, die nach einigen Stunden hinreichende Dicke besitzt, um mittelst eines Federmessers abgelöst zu werden. Die Oberfläche des Silbers stellt nun eine genaue und unveränderliche Copie der Perlmutter dar. (*Americ. J. of Sc. Ser. II, Vol. I, p.* 112.)

Untersuchung über die strahlende Wärme; von H. Knoblauch.

Erste Abhandlung.

Beschreibung der Instrumente.

neinen Untersuchungen habe ich mich eines *Thermo-licators* bedient, eines Instruments, das durch Becque-, Nobili [2]) und Melloni [3]) eine so bewundernsge Vollendung erreicht hat, dafs ihm für Strahlungshe ein unbedingter Vorzug vor allen übrigen Therpen eingeräumt werden mufs [4]).

e Sicherheit dieses Apparats, welche ihm, neben seiofsen Empfindlichkeit, seinen eigentlichen Werth verberuht darauf:

dafs er, vermöge des Rufsüberzuges der Säule, für jede Art von Wärmestrahlen in gleichem Grade empfänglich ist,

dafs seine Angaben, nach Reduction der galvanometrischen Ablenkungen auf elektrische Kräfte [5]), als

ese Annal., Bd. 9, S. 345; Bd. 17, S. 535; Bd. 39, S. 7. — Um Litteratur für den Zweck dieser Annalen nicht zu weit auszudehnen, lie Angabe der Original-Arbeiten in allen Fällen unterlassen wor- in denen hinreichende Belege in diesen und den Gilbert'schen alen enthalten sind. In anderen Fällen ist nur die wichtigste Schrift führt worden.

ese Ann., Bd. 8, S. 338; Bd. 20, S. 213, 245; Bd. 36, S. 525, 539.

ese Ann., Bd. 27, S. 439; Bd. 35, S. 118, 411, 549, 562; Bd. 38, ; Bd. 39, S. 2 seqq.; Bd. 43, S. 264; Bd. 56, S. 370.

ber den Vergleich des Thermomultiplicators mit anderen Thermo- ien s. insbesondere: diese Annal., Bd. 20, S. 247; Bd. 27, S. 443, , 455 seqq.; Bd. 35, S. 122, 548; Bd. 38, S. 17, 19; Bd. 39, S. 9; 52, S. 423, 427, 573, 584.

cquerel: diese Ann., Bd. 9, S. 345; Bd. 56, S. 325. — Noi: Bd. 20, S. 226 seqq., 232 seqq.; Bd. 56, S. 325. — Melloni:

Maafs der eingestrahlten Wärme betrachtet werden können, weil die Intensität des durch Temperaturdifferenz in der Säule erregten elektrischen Stromes, innerhalb der Gränzen dieser Versuche, jener Temperaturdifferenz proportional ist.

Die Richtigkeit des ersten Satzes ist von Melloni [1]), die des zweiten durch Becquerel's [2]) und Melloni's [3]) Untersuchungen aufser Zweifel gestellt worden.

Die Thermosäule,

welche zu meinen Versuchen diente, besteht aus 25 Paaren von Wismuth- und Antimonstäben, deren jeder $35^{mm},5$ lang, $2^{mm},3$ breit und $1^{mm},5$ dick ist. Sie sind, bis auf die Löthstellen sorgfältig von einander isolirt, in einen Messingring eingekittet, aus dem sie $5^{mm},5$ weit hervorragen, indem sie fünf Reihen, jede zu fünf Paaren, bilden. Ihre Enden sind abgeschrägt, so dafs die Vorderfläche jedes Paares ein Rechteck von $2^{mm},1$ und $1^{mm},0$ Seite darstellt. Die Oberflächen der beiden Seiten der Säule sind einander völlig gleich und mit Rufs von gleichmäfsiger Dicke überzogen.

Die der Wärmequelle zugekehrte Seite ist mit einem polirten Metallcylinder von 30^{mm} Durchmesser und $60^{mm},9$ Länge, die entgegengesetzte mit einem Cylinder von gleichem Durchmesser, aber nur 19^{mm} Länge versehen. Sowohl durch diese, als durch zweckmäfsig aufgestellte Schirme ist die Säule gegen jede Nebenstrahlung geschützt, *so dafs* sie aufser der Temperatur der umgebenden Luft, welche

Bd. 35, S. 128 bis 134, 395 seqq.; Bd. 38, S. 11 seqq., 14, 23; Bd. 39, S. 7, 8; Bd. 56, S. 326. — Petrina: Bd. 56, S. 328. — Poggendorff: Bd. 56, S. 324, 329 seqq.

1) Diese Ann., Bd. 35, S. 577; Bd. 39, S. 560, 564 bis 566; Bd. 44 S. 360; Bd. 48, S. 331; Bd. 49, S. 583; Bd. 52, S. 421 bis 443, 573 bis 577, 582, 584; Bd. 53, S. 54.

2) Diese Ann., Bd. 9, S. 345; Bd. 17, S. 543.

3) Diese Ann., Bd. 38, S. 11, 16, 19, 23; Bd. 39, S. 8, 565; Bd. 52, S. 574, 575.

von allen Seiten gleichmäfsig auf sie einwirkt, nur dem Einfluſs der Wärmequelle ausgesetzt ist.

Die Leitungsdrähte, welche sie mit dem Multiplicator verbinden, werden mittelst Klemmschrauben an Kupferhülsen befestigt, in welche die Pole der Säule auslaufen.

Der Multiplicator

ist nach dem Nobili'schen Princip construirt, welches dem vorliegenden Zwecke mehr als andere neuerdings vorgeschlagene Einrichtungen zu entsprechen schien und sich in der mitzutheilenden Versuchsreihe vollkommen bewährt hat.

Ein Vorzug meines Instruments besteht darin, daſs sein *Draht* aus *galvanisch niedergeschlagenem* Kupfer gezogen ist, wodurch der störende Einfluſs des in gewöhnlichen Leitungsdrähten enthaltenen Eisens [1]) vermieden wurde. Das Ziehen selbst geschah zwar durch Stahl — statt dessen man einen Rubin hätte anwenden können —, indeſs ist nicht zu befürchten, daſs der Draht dadurch eisenhaltig geworden wäre, weil sich das Loch, durch welches er hindurchging, ganz mit Kupfer bedeckte und er überdieſs vor dem Bespinnen mit Seide sorgfältig in verdünnter Säure abgewaschen wurde. Wie weit der beabsichtigte Zweck auf diese Weise erreicht wurde, geht unter Anderem daraus hervor, daſs die Doppelnadel in dem gereinigten Kupferdraht nur $1^{\circ},5$ — auf der einen oder anderen Seite — vom Nullpunkt der Scale entfernt blieb, während sie ihm in den Windungen eines gewöhnlichen Leitungsdrahts nicht weiter als auf 20° genähert werden konnte. Die geringe Abweichung von $1^{\circ},5$, welche von dem Magnetismus des Kupfers [2]) herrührte, wäre zwar durch Zuwickeln des Spalts zwischen den Windungen [3]) zu vermeiden gewesen, indeſs lieſsen dieſs andere Umstände nicht als wünschenswerth er-

1) Moser: Dove's Repert., Bd. 1, S. 261.

2) H. Schröder: diese Ann., Bd. 54, S. 59. — Poggendorff: Bd. 56, S. 339.

3) Péclet: *Annal. de chim. et de phys., Ser. III, T. II, p.* 103.

scheinen. Die Länge des Kupferdrahts, welcher die eine Nadel des astatischen Spiels in 160 Windungen umgiebt, beträgt 31^{m},5, seine Dicke 1^{mm},1. Die mittlere Länge der Drahtwindungen ist 9^{cm} 2^{mm},5, ihre Breite 4^{cm} 6^{mm},5, ihre mittlere Entfernung von einander 15^{mm},0. Die beiden gleichen Theile, aus denen der Galvanometerdraht besteht, und welche in einander geflochten die Windungen bilden, können entweder so mit einander verbunden werden, dafs der Strom einen nach dem andern, also einfach die ganze Länge des Drahts durchläuft, oder so, dafs er in beiden Theilen gleichzeitig ein- und austritt, mithin doppelt durch die halbe Länge hindurchgeht.

Die combinirten Magnetnadeln haben eine Länge von 7^{cm},0, in der Mitte 1^{mm},1 Durchmesser und sind 17^{mm},0 weit von einander entfernt. Das Elfenbeinstäbchen, welches sie trägt, hängt an einem möglichst fein gespaltenen Coconfaden von 30^{cm} Länge. So bilden sie ein System, welches in 16 Secunden eine einfache Schwingung vollführt, und allmälig eine, durch die Torsion des Fadens und die Gesammtwirkung des Magnetismus der Nadeln [1]) bedingte, fast constante Stellung von etwa 45° gegen den magnetischen Meridian annimmt. Die obere Nadel schwingt über einer, bei 90° durchschnittenen, galvanisch niedergeschlagenen Kupferscheibe von 8^{cm} 5^{mm},0 Durchmesser, auf deren versilbertem Rande sich die Kreistheilung in Graden befindet.

Das Ganze umgiebt eine cylindrische Glasbüchse von 6^{cm} Höhe und 14^{cm} Durchmesser, deren obere Platte nur 1^{cm} von der Kupferscheibe entfernt ist, so dafs sie ein sicheres Ablesen auf halbe Grade gestattet. In ihrer Mitte ist ein Glasrohr von 32^{cm},5 Höhe und 22^{mm},4 Durchmesser aufgesetzt, welches den Coconfaden umgiebt, der im oberen Theile desselben an einem 14^{cm} langen, in verticaler Richtung verschiebbaren und zugleich zur Arretirung der Nadeln dienenden Metallstabe befestigt ist.

Um

1) Moser: Dove's Repert., Bd. 1, S. 260.

Um das Instrument gegen alle Erschütterungen zu sichern, wurde es auf eine Console gestellt, welche durch Messinghaken an der Wand des Zimmers angebracht war. Die Drähte, welche es mit der Thermosäule verbinden, werden nicht unmittelbar an das Galvanometer, sondern an besondere feste Kupferhülsen angeschraubt, die mit den Enden der Windungen in beständiger Verbindung stehen.

Thermosäule und Multiplicator sind von Hrn. Kleiner, einem der geschicktesten Mechaniker Berlins, angefertigt.

Der Versuch überzeugte mich, dafs es bei Anwendung einer Säule von 25 Paaren vortheilhafter sey, den Strom einfach durch die ganze Länge des Galvanometerdrahts hindurchgehen zu lassen, als ihn doppelt durch die halbe Länge zu leiten. Denn dieselbe Wärmequelle, welche im ersten Falle eine Abweichung der Magnetnadel von 28° hervorbrachte, lenkte sie bei der zweiten Verbindung der Drähte nur um 26°,5 ab; oder im ersten Falle um 37°, im zweiten um 35°; oder im ersten um 51°, im zweiten um 48°.

Die erstere Art der Schliefsung ist daher während der ganzen Versuchsreihe beibehalten worden [1]).

Ich übergehe die mannigfachen Schwierigkeiten, welche sich meinen Beobachtungen entgegenstellten, und eine lange Reihe vergeblicher Versuche nach sich zogen, durch die es mir endlich gelungen ist, den ganzen Umfang störender Einflüsse zu ermitteln, und, wie ich glaube, zu überwinden. Denn die Einwirkung localer Verhältnisse hat Jeder,

1) Dafs bei einem einfachen Paare, in dem der Leitungswiderstand der elektromotorischen Elemente gegen den des Schliefsungsdrahtes verhältnifsmäfsig gering war, gerade das Gegentheil stattfand, war eine einfache Folge des Ohm'schen Gesetzes. (Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet von Dr. G. S. Ohm. Berlin 1827.)

Die Beobachtung ergab in diesem Falle für eine gewisse Stärke thermoelektrischer Erregung eine Ablenkung der Nadel von 26°, wenn der Strom einfach die ganze Länge des Multiplicatordrahts durchlief; dagegen von 37°, wenn er gleichzeitig durch die beiden Theile der Windungen hindurchging; und bei einem andern Versuch im ersten Falle 36°, im zweiten 50°.

der sich mit diesen Untersuchungen beschäftigt, doch aus eigener Erfahrung kennen zu lernen, und zur Mittheilung der Nebenumstände, deren Berücksichtigung für die Beurtheilung der Resultate erforderlich ist, wird sich später Gelegenheit finden.

I. Ueber den Durchgang der strahlenden Wärme durch diathermane Körper, mit besonderer Rücksicht auf die Temperatur der Wärmequellen.

Die Resultate, zu denen die bisherigen Untersuchungen über den unmittelbaren Durchgang der strahlenden Wärme durch gewisse Körper geführt haben, lassen sich [1]) kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Die Wärme durchstrahlt gewisse (diathermane) [2]) Substanzen [3]), und zwar in unmefsbarer Zeit [4]).
2) Für einen und denselben Körper ist die hindurchgelassene Wärmemenge desto gröfser, je glatter seine Oberfläche ist [5]).
3) Der Verlust, welchen die Wärme bei der Durchstrahlung einer Substanz erleidet, ist in dem Maafse

1) Abgesehen von Diffusion, Reflexion, Brechung und Polarisation.

2) Die von Melloni eingeführte *Terminologie der strahlenden Wärme* findet sich: diese Annal., Bd. 28, S. 373; Bd. 35, S. 295, 403, 536, 552, 566, 567; Bd. 43, S. 261; Bd. 48, S. 327; Bd. 49, S. 577, 578; Bd. 51, S. 85; Bd. 54, S. 601.

3) P. Prévost: *Journal de phys. par Delametherie. Ann.* 1811. — Delaroche: ebendas. *Ann.* 1812, *T. LXXV. p.* 201, Untersuchungen nach dem Verfahren von J. D. Maycock: Nicholson's *Journ., Vol. XXVI, May, June* 1810. — Melloni: diese Annal., Bd. 35, S. 124, 387, 565; Bd. 37, S. 209.

4) Melloni: diese Annal., Bd. 27, S. 444; Bd. 35, S. 387, 565; Bd. 38, S. 15.

5) Herschel: Gilb. Annal., Bd. 12, S 535, 540. — Melloni: diese Annl., Bd. 35, S. 277; Bd. 38, S. 44, 45.

geringer, als sie bereits gröfsere Schichten dieser Substanz durchdrungen hat [1]).

4) Die strahlende Wärme geht in ungleichem Verhältnifs durch verschiedene Körper hindurch [2]). Dabei steht das Vermögen der Körper, sie hindurchzulassen, in keiner Beziehung zu ihrer Durchsichtigkeit [3]).

5) Strahlen einer und derselben Wärmequelle, welche nach einander verschiedene diathermane Substanzen durchdringen, erleiden dabei Verluste, welche nach der Natur dieser Körper verschieden und stets gröfser als die sind, welche sie beim Durchgange durch gleichartige Körper erfahren [4]).

6) Wärmestrahlen verschiedener Quellen, welche direct gleiche Temperaturerhöhungen hervorbringen, durchdringen eine und dieselbe Substanz in ungleichem Verhältnifs [5]).

1) Delaroche: Gilb. Annal., Bd. 46, S 378. — Melloni: diese Annal., Bd. 28, S. 372; Bd. 35, S. 278 bis 286, 389 bis 392, 529 bis 532, 551. — Melloni und Biot: diese Annal., Bd. 38, S. 32 bis 50; Bd. 39, S. 250 bis 283, 436 bis 460, 544 bis 551. — Ausnahme beim Steinsalz, Melloni: diese Annal., Bd. 28, S. 376; Bd. 35, S. 300, 301, 401.

2) Herschel: Gilb. Annal., Bd. 12, S. 526 bis 540. — Maycock: Nicholson's *Journ., Vol. XXVI, p.* 75, *May*, *June* 1810. — Prévost: *Journ. de phys. par Delametherie. Ann.* 1811. — Nobili und Melloni: diese Annal., Bd. 27, S. 444; Bd. 36, S. 529. — Melloni: diese Ann., Bd. 24, S. 640 seqq.; Bd. 28, S. 374, 638 seqq.

3) J. H. Lambert: Pyrometrie. Berl. 1779. S. 209, 210, 268. — Scheele: Chemische Abhandlung von Luft und Feuer (deutsch v. Leonhardi). Leipzig 1782. S. 59, 60. — Gahn: diese Annal., Bd. 28, S. 375. — Pictet: *Essai sur le feu.* §. 52. — Herschel: Gilb. Annal., Bd. 7, S. 151 bis 154; Bd. 12, S. 532 bis 539. — Delaroche: *Journ. de phys.* 1812. *LXXV, p.* 201. — Melloni: diese Annal., Bd. 28, S. 373, 643; Bd. 35, S. 287, 288, 294 bis 296, 302, 385, 404, 407, 533, 537, 550, 565, 566; Bd. 37, S. 493, 496; Bd. 38, S. 28; Bd. 39, S. 15, 21, 30; Bd. 43, S. 284; Bd. 49, S. 578, 584, 586; Bd. 57, S. 303.

4) Melloni: diese Annal., Bd. 28, S. 642; Bd. 35, 535 bis 543, 552, 566; Bd. 38, S. 40 seqq. — Forbes: diese Ann., Bd. 51, S. 89 seqq.

5) Mariotte: *Traité* (*de la nature*) *des couleurs. Paris* 1686. *Se-*

Die Versuche, welche in dieser Beziehung von Delaroche und Melloni zum directen Vergleich des Durchgangs der Wärme verschiedener Quellen durch diathermane Körper angestellt wurden, schienen zu ergeben:

dafs die Fähigkeit der Wärme, diese Körper zu durchstrahlen, mit der Temperatur ihrer Quelle zunähme [1]).

So fand Delaroche, dafs eine constante Anzahl von zehn Wärmestrahlen, welche einen Glasschirm durchdringt,

bei einer Quelle von 357° unter 263 Strahlen
- - - - 650 - 139 -
- - - - 800 - 75 -
- - - - 1760 - 34 -
bei einer frei brennenden Argand'schen Lampe . . . . . 29 -
und bei einer mit einem Glasschornstein versehenen . . 18 -

enthalten sey; und Melloni beobachtete — um unter den vielen, von ihm aufgestellten Beispielen nur eins hervorzuheben — dafs

von 100 Wärmestrahlen, welche Kupfer bei 100° aussendet, ... 33
von 100 Wärmestrahlen erhitzten Kupfers bei 390° 42
von 100 Wärmestrahlen glühenden Platins . . . 69
von 100 Wärmestrahlen einer Locatelli'schen Lampe 78

durch eine Flufsspathplatte von $2^{mm},6$ Dicke hindurchgehen.

Nur zwei Beobachtungen machen von dem angeführten Satze eine Ausnahme. Reines Steinsalz wird nämlich, nach

conde partie, premier discours (à la fin). — Herschel: Gilb. Annal., Bd. 12, S. 529 bis 531, 535. — Delaroche: Gilb. Annal. Bd. 46, S. 378. — Baden Powell: diese Annal, Bd. 21, S. 316. — Ritchie: diese Annal., Bd. 28, S. 240. — Melloni: diese Annal., Bd. 28, S. 239, 240, 641, 645; Bd. 35, S. 385 bis 394, 537 bis 541, 563, 567; Bd. 38, S. 4, 7, 26; Bd. 39, S. 262 bis 283, 436 bis 460, 544 bis 553; Bd. 48, S. 329; Bd. 49, S. 578 bis 580.

1) Delaroche: *Observations sur le calorique rayonnant. Journ. de phys. par Delametherie.* 1812. *LXXV, p.* 201. — Melloni: diese Annal., Bd. 28, S. 240; Bd. 35, S. 390, 392, 393, 398, 400, 401, 551; Bd. 38, S. 21; Bd. 43, S. 21; Bd. 48, S. 327; Bd. 49, S. 577.

Melloni's Untersuchungen [1]), von Wärmestrahlen jeder Quelle in gleicher Weise durchdrungen, und berufstes Steinsalz wird, nach Melloni [2]) und nach Forbes [3]), von der Wärme in desto höherem Grade durchstrahlt, je niedriger die Temperatur ihrer Quelle ist.

Melloni [4]) nimmt selbst eine frühere Bemerkung zurück, nach welcher die Wärme des glühenden Platins besser als die der Argand'schen Lampe durch schwarzes Glas hindurchgehen sollte [5]), und zeigt [6]), dafs die Fälle, in denen Forbes [7]), aufser dem angeführten Beispiel, einen besseren Durchgang der Wärme niederer Temperatur beobachtet haben will, nicht reine Resultate der Durchstrahlung ergeben hätten, in dieser Beziehung also nicht in Betracht kämen.

Die beiden bezeichneten Fälle stehen demnach vereinzelt einem scheinbar allgemeinen Gesetz gegenüber. Nur einer widerspricht ihm direct, und betrifft eine Substanz, welche sich in mannigfacher Beziehung von den übrigen diathermanen Körpern unterscheidet. Somit schien mir die Annahme eines Einflusses der Temperatur auf den Durchgang der Wärme durch diathermane Medien durch sie nicht hinreichend widerlegt zu seyn, und ich habe mich daher bemüht, auf experimentellem Wege die Frage zu entscheiden:

ob die Fähigkeit der Wärmestrahlen, gewisse Körper zu durchdringen, in wahrnehmbarer Beziehung zu der Temperatur ihrer Quelle stehe.

1) Diese Annal., Bd. 35, S. 298, 299, 307, 401 bis 403, 412, 536, 550, 552, 561, 567, 578; Bd. 37, S. 491; Bd. 38, S. 28, 30; Bd. 39, S. 557; Bd. 43, S. 21, 284; Bd. 48, S. 327, 328; Bd. 49, S. 577.

2) Diese Annal., Bd. 48, S. 329, 330; Bd. 49, S. 578 bis 580; Bd. 53 S. 52.

3) Diese Annal., Bd. 51, S. 100, 101, 403.

4) Diese Annal., Bd. 35, S. 404, 405.

5) Diese Annal., Bd. 28, S. 645.

6) Diese Annal., Bd. 53, S. 59, 60.

7) Diese Annal., Bd. 51, S. 89 seqq., 98 bis 100, 104, 403.

Nach den ausgedehnten Untersuchungen, welche Melloni mit so grofser Umsicht an den verschiedensten Körpern angestellt hat, konnte ich nicht erwarten, für die von ihm angewandten Wärmequellen neue Substanzen aufzufinden, welche sich in Betreff des Wärmedurchlasses dem berufsten Steinsalz anschliefsen würden. Daher zog ich es vor, statt der diathermanen Medien die Wärmequellen zu wechseln.

1. Ich bediente mich bei der ersten Versuchsreihe glühenden Platins, einer Alkoholflamme, einer Argand'schen Lampe und einer Wasserstoffflamme. Das erstere wurde ohne Flamme (der Davy'schen Entdeckung gemäfs) [1]) dadurch im Glühen erhalten, dafs es den Docht einer Spirituslampe berührte, den es spiralförmig umgab. Die Alkoholflamme hatte einen gleichmäfsig beschnittenen, nie verkohlenden Docht, der in die Flüssigkeit eintauchte, welche in einem Glasgefäfse enthalten war. Die Argand'sche Lampe mit constantem Niveau, doppeltem Luftzug und cylindrischem Docht wurde ohne Schornstein angewandt. — Die Wasserstoffflamme brannte aus dem Rohre eines eigens dazu construirten Gasometers, der das Gas unter constantem Druck ausströmen liefs.

Die Unveränderlichkeit dieser Wärmequellen während des Versuchs wurde auf's Sorgfältigste geprüft. Man liefs sie natürlich nur so weit auf das Thermoskop einwirken, als sie dem Vergleich unterworfen werden sollten, indem man die Strahlen der zufällig mit erwärmten Theile durch polirte Metallschirme zurückhielt.

So unsicher auch directe Temperaturbestimmungen in dieser Beziehung seyn mögen, so werden doch alle Physiker darin übereinstimmen, dafs der Wärmegrad einer rothglühenden Platinspirale geringer als der einer Alkoholflamme ist, welche denselben Draht zum Gelbglühen zu erregen vermag, und geringer als der einer Argand'schen Lampe, in der Kohle bis zum Weifsglühen erhitzt wird. Ebenso

1) Mitgetheilt der *Lond. Roy. Society. Jan.* 23. 1817.

werden alle der Meinung seyn, dafs die Wasserstoffflamme [1]) unter den genannten Wärmequellen die höchste Temperatur hat.

Es fragte sich jetzt, ob, dem von Delaroche ausgesprochenen Satze gemäfs, die Wärme der Alkoholflamme und der Argand'schen Lampe verhältnifsmäfsig besser als die des glühenden Platins, und die Wärme der Wasserstoffflamme besser als die der drei übrigen Quellen durch diathermane Körper hindurchgehen würde.

Die Erfahrung hat darüber in folgender Weise entschieden: Hatte das glühende Platin dergestalt auf die oben beschriebene Thermosäule eingestrahlt, dafs die Nadel des mit ihr verbundenen Multiplicators auf 20° abgelenkt wurde, so ging diese auf 12° zurück, wenn man eine Platte farblosen Glases von $1^{mm},3$ Dicke zwischen der genannten Wärmequelle und der Thermosäule einschaltete. Diese 12° entsprachen der durch das Glas hindurchgehenden Wärme. Hatte aber die Alkoholflamme durch unmittelbare Einwirkung auf das Thermoskop eine gleiche Ablenkung von 20° hervorgebracht, so wich die Nadel auf 11° zurück, wenn dieselbe Glasplatte an derselben Stelle eingeschoben wurde. Die Wärme der Alkoholflamme durchstrahlte mithin die Glasplatte in geringerem Grade als die des glühenden Platins. Die Wärme der Argand'schen Lampe, welche direct die Nadel ebenfalls auf 20° abgelenkt hatte, brachte dagegen, nach Zwischenstellung des Glases, eine Abweichung von 15° hervor. Strahlte endlich die Wasserstoffflamme dergestalt auf die Thermosäule ein, dafs sie die Galvanometernadel auf 20° ablenkte, so ging dieselbe beim Einschalten des Glasschirms auf 12° zurück.

Somit ergiebt sich, dafs die Wärme der Wasserstoffflamme und des glühenden Platins, ungeachtet der grofsen *Verschiedenheit ihrer Temperatur*, in *gleichem* Grade fähig sind, eine Glasplatte von $1^{mm},3$ Dicke zu durchdringen, dafs aber die Wärme der Alkoholflamme diese Fähigkeit in

1) Mitscherlich's Lehrbuch der Chemie, 3. Auflage, Th. 1, S. 289 bis 290.

geringerem Grade als die des glühenden Platins besitzt, obgleich sie eine *höhere* Temperatur als das letztere hat, und die Wärme der Argand'schen Lampe in viel *höherem* Grade als die der Wasserstoffflamme, ungeachtet ihre Temperatur entschieden *niedriger* ist.

Vertauschte man, bei derselben directen Einwirkung der Wärmequellen, den Glasschirm mit einer Alaunplatte von $1^{mm},4$ Dicke, so beobachtete man beim glühenden Platin einen Rückgang der Magnetnadel auf $8^{\circ},25$; bei der Alkoholflamme auf $7^{\circ},5$; bei der Argand'schen Lampe auf $10^{\circ},5$ und bei der Wasserstoffflamme auf $7^{\circ},75$.

Die Wärme der Wasserstoff- und Alkoholflamme geht also, bei *grofsem Temperaturunterschiede*, auf *gleiche* Weise durch die Alaunplatte hindurch, und die der Argand'schen Lampe, ja selbst die des glühenden Platins durchstrahlt dieselbe *reichlicher* als die Wärme der Wasserstoffflamme, ungeachtet sie einen bei weitem *geringeren* Wärmegrad haben.

Aehnliche Verhältnisse zeigte die Strahlung durch Gyps. Durch Kali- und Magnesia-Glimmer geht sogar die Wärme der Wasserstoffflamme schlechter als die der drei übrigen Quellen hindurch, eine Beobachtung, auf die ich besonders aufmerksam mache, weil sie den Erwartungen widerspricht, welche man sich nach einem von Melloni mit Glimmer angestellten Versuch [1]) bilden mufste.

Die folgende Tafel enthält die Beobachtungen, welche sich beim Durchgange der Wärme durch die genannten und einige andere diathermane Körper für verschiedene directe Ablenkungen ergeben haben.

1) Diese Annal., Bd. 38, S. 21.

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahl.	Ablenkung nach dem Einschalten für: Glühendes Platin.	Alkoholflamme.	Argand'sche Lampe.	Wasserstoffflamme.	Ablenkung durch directe Einstrahl.	Ablenkung nach dem Einschalten für: Glühendes Platin.	Alkoholflamme.	Argand'sche Lampe.	Wasserstoffflamme.
1,5	Rothes Glas	20°	11,25	10,75	14,25	12,00	22°	12,50	12,00	15,75	13,25
1,4	Blaues Glas		10,75	10,75	11,75	11,00		12,25	12,00	13,50	12,00
1,4	Alaun		8,25	7,50	10,50	7,75		8,25	8,00	10,50	8,00
0,2	Weifser Glimmer	20°	17,50	18,25	19,00	15,25	21°	18,25	18,75	19,25	16,50
0,1	Grüner Glimmer		17,75	18,25	17,75	16,25		18,75	19,50	19,00	17,50
1,3	Weifses Glas		12,00	11,00	15,00	12,00		12,75	11,00	15,50	13,00
4,4	Steinsalz	20°	16,50	15,50	17,00	15,75	21°	16,75	15,25	17,75	16,00
3,7	Kalkspath		8,25	8,00	12,50	8,50		9,00	8,50	14,00	9,50
1,4	Gyps		7,75	6,25	10,25	6,25		8,25	6,75	11,25	6,50
0,2	Glaspapier	20°	11,75	11,50	14,25	11,50	20°	11,50	11,75	14,25	11,50

1,5	Rothes Glas	29°	15,75	14,75	19,75	15,50	35°	19,25	18,50	24,75	20,50
1,4	Blaues Glas		13,75	13,50	15,25	13,50		18,75	18,50	21,25	18,50
1,4	Alaun		9,75	8,75	12,25	8,50		13,75	13,25	17,00	13,50
0,2	Weifser Glimmer	25°	20,00	21,00	22,50	18,25	32°	26,25	28,75	29,75	25,75
0,1	Grüner Glimmer		20,50	21,75	20,75	19,00		27,75	29,50	28,00	26,50
1,3	Weifses Glas		14,25	13,50	17,75	14,25		19,00	16,25	22,00	19,00
4,4	Steinsalz	24°	20,75	18,75	21,75	20,50	29°	24,25	21,50	25,25	23,50
3,7	Kalkspath		10,75	8,75	16,00	10,50		12,00	11,50	20,25	12,50
1,4	Gyps		9,75	7,50	11,50	7,50		10,00	8,50	12,75	8,50
0,2	Glaspapier	24°	12,50	12,50	16,00	12,25	28°	14,25	14,25	18,50	14,00 [1]

1) Vielleicht mag es auffallend erscheinen, weshalb ich nicht, der gröfseren Uebereinstimmung wegen, für alle diathermanen Substanzen dieselben directen Ablenkungen am Thermoskop hervorgebracht habe. Der Grund davon ist der, dafs ich mit dem Wasserstoffgas, welches die eine Flamme bildete, so sparsam als möglich seyn mufste, weil jede erneuerte Darstellung desselben die eigentliche Versuchsreihe eine geraume Zeit unterbrach und die Vergleichbarkeit ihrer Resultate störte. — Ich bin daher immer von der Ablenkung ausgegangen, welche die Strahlung der Wasserstoffflamme ohne langes Reguliren hervorbrachte, indem ich nach

Es geht daraus hervor, dafs die Durchstrahlung der Wärme durch diathermane Körper in keinem einzigen der hier vorkommenden Fälle mit der Temperatur der Wärmequelle in Verhältnifs steht.

2. Um den Versuch so rein als möglich anzustellen, beobachtete ich auch den Durchgang der Wärme, welche bei verschiedener Temperatur von *einem und demselben* Körper ausgestrahlt wird.

1) Ich bediente mich dazu für *niedere Wärmegrade* eines Leslie'schen Würfels [1]) von 8^{cm} Seite, in dem ich Wasser bis zum Sieden erhitzte, und den ich darauf allmälig erkalten liefs. Die Abkühlung geschah dabei so langsam, dafs die Temperatur des Würfels während der kurzen Zeit der Einschaltung einer diathermanen Substanz als constant betrachtet werden konnte.

Es ergab sich folgende Erscheinung: Brachte man durch Nähern des erkaltenden Würfels vor jeder Einschaltung dieselbe Ablenkung von 35° hervor, so ging die Nadel jedesmal z. B. auf 11° zurück, wenn man das farblose Glas von $1^{mm},3$ Dicke zwischen der Wärmequelle und Thermosäule einstellte, wie auch die Temperatur der ersteren zwischen 30° R. und 80° R. seyn mochte. Die Wärme war also in gleichem Grade fähig, die Glasplatte zu durchdringen, welchen Wärmegrad der ausstrahlende Körper auch innerhalb der Gränzen haben mochte, auf welche sich diese Untersuchung erstreckte. Dabei war es gleichgültig, ob die ausstrahlende Fläche des Leslie'schen Würfels aus Metall

ihr die der übrigen Wärmequellen einrichtete. Zwar hätte ich die verschiedenen Beobachtungen durch Rechnung auf eine gemeinsame zurückführen können, indefs habe ich diefs zeitraubende Geschäft unterlassen, weil aufser der eleganteren Form für das Resultat nicht das Mindeste dadurch gewonnen wäre.

Die obige Tabelle zeigt, dafs das von mir angewandte Steinsalz nicht die Strahlen aller Wärmequellen auf gleiche Weise hindurch liefs, wie diefs von Melloni an dem seinigen beobachtet worden ist.

1) J. Leslie: *An experimental inquiry into the nature and propagation of heat. Lond.* 1804. *p.* 6.

oder Glas bestand, ob sie mit Rufs, Wolle oder anderen Substanzen überzogen war.

Dasselbe zeigte sich bei allen übrigen diathermanen Körpern. So wich die Nadel jedesmal auf 18° zurück, wenn man, bei gleicher directer Ablenkung von 35°, weifsen Glimmer von $0^{mm},2$ Dicke zwischen dem Leslie'schen Würfel und dem Thermoskop einschaltete, und jedesmal auf 20°, wenn man ihn mit grünem Glimmer von $0^{mm},1$ Dicke vertauschte. — Die folgende Tabelle wird diefs noch deutlicher darthun.

Ausstrahlende Fläche des Leslie'schen Würfels.	Entfernung derselb. von d. Thermosäule in rhein. Zoll.	Temperatur des Leslie'sch. Würfels nach R.	Ablenkung nach dem Einschalten von: rothem Glase 1mm,5.	blauem Glase 1mm,4.	Alaun 1mm,4.	Ausstrahlende Fläche des Leslie'schen Würfels.	Entfernung derselb. von d. Thermosäule in rhein. Zoll.	Temperatur des Leslie'sch. Würfels nach R.
1) Rufs.	8,5	30°	9,50	8,50	3,50	Rufs.	7,0	28°
Ablenkung	10,0	36	9,50	8,75	3,50	Ablenkung	8,5	34
durch directe	12,0	42	9,50	8,50	3,75	durch directe	13,5	50
Einstrahlung	13,5	52	9,75	8,50	3,50	Einstrahlung	15,0	67
35°.	16,0	80	9,50	8,50	3,50	35°.	16,5	80
2) Weifses	5,50	22°	9,50	8,50	3,50	Weifses	8,0	30°
Glas.	7,00	32	9,50	8,50	3,50	Glas.	10,5	42
Directe	9,00	40	9,50	8,50	3,50	Directe	12,0	49
Ablenkung	12,00	56	9,75	8,75	3,50	Ablenkung	14,5	59
35°.	13,75	80	9,50	8,50	3,50	35°.	16,5	80
3) Schwarzes	7,0	28°	9,50	8,25	3,50	Rothe	5,5	27°
Papier.	9,5	39	9,75	8,50	3,50	Wolle.	10,0	42
Directe	10,5	55	9,50	8,50	3,50	Directe	11,5	50
Ablenkung	11,5	61	9,50	8,50	3,50	Ablenkung	13,5	57
35°.	15,5	80	9,50	8,50	3,50	35°.	15,5	80

Somit ist es erwiesen, dafs die Temperatur einer und derselben Wärmequelle innerhalb der Gränzen dieser Versuche, d. h. zwischen 25° R. und 80° R., auf den Durchgang der von ihr ausgestrahlten Wärme durch diathermane Substanzen nicht den mindesten Einflufs hat.

Ich mufs hierbei noch einmal des schon oben (S. 216) erwähnten Versuchs von Melloni [1]) gedenken, welcher zu zeigen schien, dafs die Fähigkeit der Wärme, Glimmer zu durchstrahlen, selbst zwischen 50° C. und 100° C. mit der Temperatur der Wärmequelle zunähme. Da meine so eben angeführten Beobachtungen hiemit nicht übereinstimmten, habe ich sie so unzählig oft angestellt, dafs mir über ihre Richtigkeit kein Zweifel geblieben ist. — So weit ich Melloni's Versuche wiederholt habe, ist diefs übrigens der einzige Fall, welcher von den Resultaten dieses aus-

1) Diese Annal., Bd. 38, S. 21.

Ablenkung nach dem Einschalten von:			Ausstrahlende Fläche des Leslie'schen Würfels.	Entfernung derselb. von d. Thermosäule in rhein. Zoll.	Temperatur des Leslie'sch. Würfels nach R.	Ablenkung nach dem Einschalten von:			
weifsem Glimmer 0mm,2.	grünem Glimmer 0mm,1.	weifsem Glase 1mm,3.				Steinsalz 4mm,4.	Kalkspath 3mm,7.	Gyps 1mm,4.	Glaspapier 0mm,2.
18,00	20,25	11,00	Rufs.	9,5	36°	20,00	7,50	8,75	14,00
17,75	20,25	10,75	Ablenkung	10,5	40	19,75	7,50	8,50	14,25
18,00	20,00	10,75	durch directe	12,0	46	20,00	7,25	8,75	14,00
18,00	20,50	10,75	Einstrahlung	14,0	57	20,00	7,50	8,75	14,00
18,00	20,25	11,00	35°.	16,0	80	20,00	7,50	8,75	14,00
17,75	20,25	11,00	Weifses	6,50	28°	19,75	7,25	8,75	14,25
18,00	20,00	11,00	Glas.	9,50	39	19,75	7,25	8,50	14,25
18,00	20,00	11,00	Directe	10,00	45	20,00	7,50	8,75	14,25
17,75	20,25	11,00	Ablenkung	11,00	55	20,00	7,50	8,50	14,25
18,00	20,25	11,00	35°.	13,75	80	20,00	7,50	8,75	14,00
17,75	20,25	10,75	Schwarze	6,5	27°	20,00	7,50	9,00	14,25
18,00	20,50	10,50	Seide.	8,0	32	20,00	7,50	9,00	14,00
18,00	20,25	10,75	Directe	10,0	40	20,00	7,75	9,00	14,00
18,00	20,25	10,75	Ablenkung	12,0	48	19,75	7,75	9,00	14,25
17,75	20,25	10,75	35°.	18,0	80	20,00	7,50	8,75	14,25

gezeichneten Physikers abweicht, den ich mit der gröfsten Bewunderung verehre.

2) Es fragte sich, wie sich die von einem und demselben Körper ausgestrahlte Wärme bei *Temperaturen über* 80° *R.* hinsichtlich ihres Durchgangs durch diathermane Körper verhalten würde.

Um dieſs zu untersuchen, steckte ich einen Cylinder von schwarzem Eisenblech, Kupfer oder Messing, 17cm hoch und 3cm im Durchmesser über die Flamme einer Argand'schen Lampe, durch welche ich ihn zu verschiedenen, hinreichend constanten Wärmegraden erhitzen konnte. Zwar besafs ich kein Mittel, diese während der Versuche in üblichen Thermometergraden zu bestimmen, indefs gab die Säule selbst Temperaturerhöhungen und Erniedrigungen mit der gröfsten Sicherheit an, was zur Entscheidung der Frage, um welche es sich hier handelte, vollkommen ausreichte.

Bei der Durchstrahlung zeigte sich, dafs die bei gesteigerter Temperatur vom Metallcylinder ausgesandte Wärme durch einige Substanzen relativ besser, durch andere in demselben Verhältnifs wie die bei geringerer Erhitzung ausgestrahlte hindurchging.

So wich die durch unmittelbare Einstrahlung auf die Säule zu 35° abgelenkte Galvanometernadel beim Einschalten des farblosen Glases auf 11° zurück, wenn der Cylinder 9 Zoll vom Thermoskop entfernt war, aber nur auf 13°, wenn er eine so hohe Temperatur hatte, dafs man ihn zur

Ausstrahlender Metallcylinder.	Entfernung desselb. von d. Thermosäule in rhein. Zoll.	Ungefähre Bestimmung seiner Temperatur nach R.	Ablenkung nach dem Einschalten von: rothem Glase 1mm,5.	blauem Glase 1mm,4.	Alaun. 1mm,4.	Ausstrahlender Metallcylinder.	Entfernung desselb. von d. Thermosäule in rhein. Zoll.	Ungefähre Bestimmung seiner Temperatur nach R.
Eisencylinder.	7,0	unt. 90°	9,50	8,75	3,50	Eisencylinder.	8,0	unt. 90°
Ablenkung	12,5	—	9,75	8,75	3,75	Ablenkung	10,0	—
durch directe	14,5	—	9,50	8,50	3,50	durch directe	14,5	—
Einstrahlung	24,0	üb. 90°	10,25	9,25	3,50	Einstrahlung	24,0	üb. 90°
35°.	33,5	—	10,25	9,25	3,50	35°.	38,5	—
Kupfercylinder.	10,0	unt. 90°	9,50	8,50	3,50	Messingcylinder.	9,0	unt. 90°
	15,0	—	9,25	8,50	3,50		11,0	—
Directe	20,0	—	9,50	8,50	3,75	Directe	15,0	—
Ablenkung	30,0	üb. 90°	10,00	9,25	3,50	Ablenkung	24,0	üb. 90°
35°.	38,0	—	10,50	9,50	3,50	35°.	36,0	—
Eisencyl. Dir.	10,0	unt. 90°	15,00	14,50	12,50	Eisencyl. Dir.	10,0	unt. 90°
Ablenk. 40°.	30,0	üb. 90°	15,75	15,25	12,25	Ablenk. 40°.	31,0	üb. 90°

Die darin angegebenen Entfernungen des erhitzten Cylinders vom Thermoskop lassen die bedeutende Steigerung der Erwärmung deutlich erkennen. In dem Moment, in welchem die an einigen diathermanen Körpern beobachtete Aenderung des Wärmedurchgangs eintrat, mochte seine Temperatur etwa 90° R. betragen. Auch bei seiner gröfsten Erhitzung war selbst im Dunklen keine Spur von Glühen bemerkbar.

3) Es blieb noch übrig den Durchgang der Wärme zu

Hervorbringung einer gleichen Ablenkung von 35° auf 36 Zoll entfernen mufste.

Beim grünen Glimmer erhielt man im ersten Fall einen Rückgang der Nadel auf 20°,25, im letzteren auf 26°. — Dagegen ging die Nadel unter allen Umständen auf 3°,5 zurück, wenn die $1^{mm},4$ dicke Alaunplatte, und auf 8°,5, wenn Gyps von gleicher Dicke zwischen der Wärmequelle und Thermosäule eingeschaltet wurde.

Die nachfolgende Zusammenstellung enthält die Details der Beobachtungen.

Ablenkung nach dem Einschalten von:			Ausstrahlender Metallcylinder.	Entfernung desselb. von d. Thermosäule in rhein. Zoll.	Ungefähre Bestimmung seiner Temperatur nach R.	Ablenkung nach dem Einschalten von:			
weifsem Glimmer $0^{mm},2$.	grünem Glimmer $0^{mm},1$.	weifsem Glase $1^{mm},3$.				Steinsalz $4^{mm},4$.	Kalkspath $3^{mm},7$.	Gyps $1^{mm},4$.	Glaspapier $0^{mm},2$.
18,00	20,25	11,00	Eisencylinder	9,5	unt. 90°	20,25	7,50	8,75	14,25
18,00	20,50	11,00	Ablenkung	16,0	—	20,25	7,50	8,75	14,25
18,75	21,50	11,00	durch directe	24,0	—	22,25	7,50	9,00	14,25
21,00	24,00	11,50	Einstrahlung	26,0	üb. 90°	22,25	7,50	8,75	14,25
24,00	26,50	12,50	35°.	34,0	—	23,75	8,00	8,75	14,25
18,00	20,25	11,00	Kupfercylin-	14,5	unt. 90°	20,00	7,50	8,75	14,25
18,00	20,25	11,00	der.	16,0	—	20,25	7,50	8,75	14,25
20,25	22,50	11,50	Directe	20,0	—	20,25	7,50	8,50	14,25
20,75	23,50	11,50	Ablenkung	31,5	üb. 90°	21,75	7,75	8,50	14,25
23,50	26,00	13,00	35°.	39,5	—	22,75	7,75	8,50	14,25
22,50	25,00	13,00	Eisencyl. Dir.	9,0	unt. 90°	28,75	9,50	11,25	19,50
28,00	31,50	15,00	Ablenk. 40°.	35,5	üb. 90°	32,50	9,50	11,00	19,25

untersuchen, welche von einem und demselben Körper in *verschiedenen Stadien des Glühens* ausstrahlt. Zu dem Ende erhitzte ich eine Platinspirale über dem Schornstein einer Berzelius'schen Lampe zum Roth-, Gelb- und Weifsglühen. Der sichtbare Theil der Alkoholflamme erhob sich dabei nie über den Metallcylinder der Lampe, vor dessen Strahlen die Thermosäule durch polirte Schirme von verzinntem Eisen geschützt war.

Die Beobachtung zeigte, dafs, wenn die directe Ein

strahlung jeder der genannten Wärmequellen auf die Thermosäule die Multiplicatornadel um 35° abgelenkt hatte, die durch farbloses Glas hindurchgehende Wärme beim dunklen erhitzten Platin eine Ablenkung von 10°,5; beim rothglühenden von 17°,25; beim gelbglühenden von 17°,25 und beim zum Theil weifsglühenden von 21°,12 hervorbrachte.

Die Strahlen des roth- und gelbglühenden Platins durchdringen also bei grofsem Temperaturunterschiede farbloses Glas in völlig gleichem Verhältnifs. Vertauschte man dasselbe mit der bereits mehrerwähnten Alaunplatte, so erhielt man für das dunkle Platin eine Abweichung der Nadel von 10°,2; für das rothglühende von 11°,4; für das gelbglühende von 9°,1 und für das zum Theil weifsglühende von 12°,4. Die Wärme des gelbglühenden Platins durchstrahlt also die Alaunplatte in geringerem Grade als die des rothglühenden, ja selbst als die des dunklen erhitzten Platins, ungeachtet seiner bei weitem höheren Temperatur.

Dasselbe ist beim Gyps der Fall. Durch Glimmer geht die Wärme des dunklen Platins am schlechtesten, verhältnifsmäfsig besser die des rothglühenden, noch besser die des gelbglühenden, am besten die des weifsglühenden Platins. — Mithin kommen, unabhängig von der Temperatur der Wärmequelle, alle möglichen Fälle vor. Die nachstehende Tafel enthält die Beobachtungen darüber:

Dicke

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für: dunkles erhitztes Platin.	rothglühendes Platin.	gelbglühendes Platin.	zum Theil weissglühendes Platin.
1,5	Rothes Glas	20°	7,75	9,50	9,00	11,00
1,4	Blaues Glas		7,37	8,70	7,87	9,50
1,4	Alaun		6,37	6,50	4,50	7,50
0,2	Weifser Glimmer	20°	12,75	16,50	17,25	17,75
0,1	Grüner Glimmer . .		13,75	16,87	17,50	17,75
1,3	Weifses Glas		6,12	10,37	10,37	12,50
4,4	Steinsalz	20°	13,50	16,62	15,50	16,88
3,7	Kalkspath		5,75	8,50	7,00	10,37
1,4	Gyps		6,20	6,50	3,12	7,00
0,2	Glaspapier	20°	9,62	10,50	11,00	12,00
1,5	Rothes Glas	35°	12,50	18,40	17,31	21,31
1,4	Blaues Glas		11,75	16,44	15,20	18,40
1,4	Alaun		10,20	11,40	9,10	12,40
0,2	Weifser Glimmer	35°	20,25	27,44	29,50	30,60
0,1	Grüner Glimmer . .		23,10	28,50	29,94	30,81
1,3	Weifses Glas		10,50	17,25	17,25	21,12
4,4	Steinsalz	35°	24,26	29,60	28,95	30,25
3,7	Kalkspath		9,07	14,15	12,55	17,00
1,4	Gyps		9,81	11,80	9,50	12,70
0,2	Glaspapier	35°	15,12	17,25	18,12	19,12
1,5	Rothes Glas	40°	13,00	19,00	18,00	23,12
1,4	Blaues Glas		12,25	17,12	16,50	19,62
1,4	Alaun		11,25	11,50	10,00	12,50
0,2	Weifser Glimmer	40°	24,50	32,50	34,75	35,62
0,1	Grüner Glimmer . .		27,50	33,62	35,00	35,75
1,3	Weifses Glas		12,25	20,75	20,88	24,88
4,4	Steinsalz	40°	30,00	35,25	34,25	35,75
3,7	Kalkspath		10,50	15,75	15,00	20,00
1,4	Gyps		12,00	12,87	11,75	15,12
0,2	Glaspapier	40°	18,25	20,62	21,75	23,25

Die Zahlen, welche der directen Ablenkung von 20° angehören, sind arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen, die Angaben für 35° aus je vier, die für 40° wieder aus je zwei Untersuchungen. Die Resultate der einzelnen auf diese Weise vereinigten Reihen stimmten so vollkommen mit einander überein, dafs die mitgetheilten Zahlen bis auf halbe Grade als sicher betrachtet werden können.

Sonach ist es durch die Beobachtung über alle Zweifel erhoben, *dafs der Durchgang der strahlenden Wärme durch diathermane Körper nicht, wie es nach früheren Versuchen schien, in directem Zusammenhange mit der Temperatur ihrer Quelle steht, sondern nur von der Beschaffenheit der diathermanen Substanz abhängt, welche von gewissen Wärmestrahlen in höherem Grade als von anderen durchdrungen wird, diese mögen bei niederer oder höherer Temperatur entstanden seyn* [1]).

Dafs man es in den mitgetheilten Fällen in der That mit frei *durchstrahlender Wärme* zu thun hatte, wird aus folgenden Bemerkungen mit Sicherheit hervorgehen:

1) Hat die Nadel des Multiplicators nach dem Einschalten eines der genannten Körper zwischen Wärmequelle und Thermosäule eine bestimmte Ablenkung erreicht, und entfernt man darauf die Wärmequelle, während die eingeschaltete Substanz eine unveränderte Stellung zur Säule

1) Die Durchstrahlung durch *berufstes Steinsalz* gab mir bei Anwendung eines Leslie'schen Würfels von 80° R., rothglühenden Platins, einer Alkoholflamme und einer Argand'schen Lampe folgende Resultate:

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanz.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:				Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:			
			Wärmequelle von 80° R.	Glühendes Platin.	Alkoholflamme.	Argand'sche Lampe.		Wärmequelle von 80° R.	Glühendes Platin.	Alkoholflamme.	Argand'sche Lampe.
2,9	Berufstes Steinsalz	20°	13,00	11,75	11,75	10,00	25°	14,25	13,75	13,50	12,00
2,9	Berufstes Steinsalz	30°	16,75	16,50	16,25	13,75	35°	20,25	19,50	19,25	16,50

Die Wärme des glühenden Platins und der Alkoholflamme, deren Temperaturen unzweifelhaft verschieden sind, durchstrahlen also das berufste Steinsalz in gleicher Weise, während die Wärme der Quelle von 80° R. — der Melloni'schen Entdeckung gemäfs — besser als die der Argand'schen Lampe durch dasselbe hindurchgeht.

behält, so kehrt die Nadel in derselben Zeit auf denselben Punkt zurück, wie hoch auch ihre Ablenkung gewesen seyn mag. Diese rührt also nicht von der eigenen Erwärmung des zwischengestellten Körpers her.

2) Rückt man die Thermosäule aus dem Bereiche der geradlinigen Strahlung der Wärmequelle, während sie eine constante Entfernung von der eingeschalteten Substanz behält, die den Wärmestrahlen ausgesetzt bleibt, so kehrt die Nadel sogleich auf denselben Punkt zurück, den sie beim Entfernen der Wärmequelle einnimmt; ein neuer Beweis, dafs die beobachtete Ablenkung nicht der von jener Substanz absorbirten Wärme zuzuschreiben ist.

3) Fast bei allen zur Untersuchung angewandten Körpern vermindert sich die Angabe des Thermoskops, wenn man dieselben auf beiden Seiten mit Rufs überzieht, also ihre Absorptions- und Ausstrahlungsfähigkeit auf Kosten der Durchstrahlung steigert.

4) Schaltet man sie in ihrem gewöhnlichen Zustande vor der Thermosäule ein, so geht die Nadel auf einen Punkt zurück, den sie innerhalb der Beobachtung nicht verläfst, während jedesmal eine Steigerung dieser Ablenkung wahrgenommen wird, wenn jene Substanzen berufst sind, und sich in Folge dessen durch Absorption in immer höherem Grade erwärmen.

Ueberdiefs stimmen meine Angaben, so weit sie vergleichbar sind, vollkommen mit Melloni's überein, welcher sich bei seinen Beobachtungen zum Theil auf dieselbe Weise [1]) davon überzeugt hatte, dafs die von den eingeschalteten Substanzen ausgestrahlte Wärme gegen die von ihnen hindurchgelassene verschwindet.

Eine *diffuse* Durchstrahlung kann in den besprochenen Fällen nicht stattgefunden haben, da die diathermanen Körper sämmtlich so glatt als möglich polirt waren.

Auf ihre Dicke kam es natürlich nicht an, da sie nicht

1) Diese Annal., Bd. 28, S. 644, 646; Bd. 35, S. 119 bis 127, 387, 388, 565; Bd. 37, S. 207, 208, 495, 496; Bd. 38, S. 24 bis 26; Bd. 43, S. 33, 34.

unter sich verglichen werden sollten, sondern nur zur Untersuchung der Wärmequellen dienten.

Dafs die *verschiedene Form* und *Gröfse der verglichenen Wärmequellen* an sich keine Verschiedenheiten bei der Durchstrahlung herbeiführten, haben directe Versuche erwiesen. Denn es hat sich gezeigt, dafs die durch directe Einstrahlung auf die Säule zu 50° abgelenkte Multiplicatornadel jedesmal bei der Zwischenstellung des rothen Glases auf 21°,25 bis 21° zurückging, man mochte einen Leslie'schen Würfel von 4^{cm}, 8^{cm} oder 15^{cm} 7^{mm} Seite, oder einen Cy-

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für: einen Leslie'schen Würfel von 4^{cm} Seite.	einen Leslie'schen Würfel von 8^{cm} Seite.	einen Leslie'schen Würfel von 15^{cm} 7^{mm} Seite.	einen Cylinder von 17^{cm} Höhe und 3^{cm} Durchmesser.
1,5	Rothes Glas	50°	21,00	21,25	21,00	21,00
1,4	Blaues Glas		20,50	20,25	20,25	20,50
1,4	Alaun		14,00	14,25	14,00	14,25

Die durch directe Einstrahlung hervorgebrachte Ablenkung der Galvanometernadel, auf deren Constanz die Sicherheit aller angeführten Vergleiche beruhte, wurde vor jeder neuen Einschaltung einer diathermanen Substanz controlirt.

Nur je drei der letzteren wurden nach einander zur Untersuchung der verschiedenen Wärmequellen angewandt, so dafs die zusammengehörigen Beobachtungen, deren jede 1,5 bis 2 Minuten erforderte, nie eine Zeit überschritten, in der nicht alle Umstände des Experiments als hinreichend constant hätten betrachtet werden können [1]).

1) Daher dürfen aber die angeführten Zahlen in diesen wie in allen spä-

ıder von 17cm Höhe und 3cm Durchmesser als Wärme-
ıelle von 80° R. anwenden. Ebenso erhielt man, bei
eicher directer Ablenkung von 50°, für dasselbe Glas im-
er einen Rückgang der Nadel auf 31°,5, man mochte sich
ner kleinen gläsernen Alkohollampe oder einer grofsen Ber-
ılius'schen bedienen, und dieselbe Ablenkung von 37°,5
ıwohl für die kleine Flamme eines Wachslichts als für
e grofse einer Argand'schen Lampe.

Die folgende Uebersicht, welche arithmetische Mittel
ıs je drei Beobachtungen enthält, beweist, dafs diefs auch
ei andern diathermanen Körpern der Fall war.

Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:				Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:			
	eine kleine Alkohol-flamme.	die grofse Flamme einer Berzelius'schen Lampe.	die kleine Flamme eines Wachslichts.	die grofse Flamme einer Argand'schen Lampe.		eine kleine Alkohol-flamme.	die grofse Flamme einer Berzelius'schen Lampe.	die kleine Flamme eines Wachslichts.	die grofse Flamme einer Argand'schen Lampe.
ıo°	31,50	31,50	37,50	37,50	60°	39,42	39,70	45,20	45,30
	30,00	30,00	33,00	33,00		37,80	37,70	41,00	41,00
	15,25	15,50	24,00	24,00		23,92	23,42	32,92	33,00

Um diese Gleichmäfsigkeit so viel als möglich zu erhal-
ı, behielt die Thermosäule eine unveränderte Stellung,
ihrend man ihr die Wärmequelle mehr oder weniger nä-
rte, bis die zum Vergleich dienende constante Ablenkung
rch directe Einstrahlung hervorgebracht war.

Die diathermanen Körper aber wurden stets an dersel-
n Stelle hinter einem Diaphragma in constanter Entfer-
ng vom Thermoskop eingeschaltet.

teren Fällen auch nur so weit verglichen werden, als ich sie selbst in Beziehung zu einander gebracht habe.

II. Ueber die Erwärmung der Körper durch strahlende Wärme.

Es ist eine, seit längerer Zeit bekannte, durch eine ausgedehnte Reihe von Beobachtungen erwiesene Thatsache:

1) dafs sich verschiedene Substanzen unter den Strahlen einer und derselben Wärmequelle in ungleichem Grade erhitzen [1],

2) dafs die Höhe dieser Erwärmung bei jeder einzelnen von der Beschaffenheit ihrer Oberfläche abhängt [2].

1) R. Boyle. 1663. Works. *By Birch. London* 1772. *T. I, p.* 725. — Hooke: *Birch, History of the Roy. Soc., IV, p.* 175. — Watson: *Philos. Trans. abridg. T. VIII, p.* 371. — Franklin 1761. *Letters on philos. subjects, p.* 56. — P. van Musschenbroek: *Introductio ad philos. natur. Lugduni Batavor.* 1762. *T. II* (*de Igne*), *p.* 641, 651 bis 653. — Rozier. 1764. *Journ. de phys., T. III, p.* 183. — Scheele. 1777. Chemische Abhandlung von Luft und Feuer, S. 60, 77. — Dalencé: Lambert's Pyrometrie, S. 152. — Pistoi: ebendas. S. 153. — J. H. Lambert. 1772. Ebendas. S. 153 bis 155, 162, 205, 210. — Pictet: *Essai sur le feu*, §. 54. 57, 58, 60, 62, 83, 85. — Cavallo: *Philos. Transact. f.* 1792. — Sir Humphry Davy: Gilb. Ann., Bd. 12, S. 578. — J. A. Schmidtmüller. 1801. Gilb. Annal., Bd. 14, S. 306 seqq. — H. C. Englefield Bart.: Gilb. Annal., Bd. 12, S. 402, 404. — Rumford Count.: *Mémoires sur la chaleur. Par.* 1804. Deutsche Uebersetzung. Weimar 1805. S. 72, 111 seqq., 199 seqq. Gilb. Annal., Bd. 17, S. 41. J. Leslie: *An experim. inquiry into the nat. and propag. of heat. Lond.* 1804. *p.* 35, 36. — C. W. Boeckmann: Gilb. Annal., Bd. 10, S. 359 seqq.; Bd. 17, S. 122 bis 125. — Alex. v. Humboldt: Reise in die Aequinoctial-Gegenden des neuen Continents in den Jahren 1799 bis 1804. Stuttg. und Tüb. 1815 bis 1826. Th. 4, S. 25. — L. W. Gilbert. 1817. Gilb. Annal., Bd. 55, S. 50. — E. Home: *Philos. Transact. f.* 1821, *Part. I.* — Baden Powell: *Annal. of Philos.* 1824. *T. VII, p.* 324, 401; *T. VIII, p.* 81, 287. — R. W. Fox: *Philos. Magaz. or Annals of Chemistry etc.* 1832. *Vol. XI, p.* 347. — J. Starck: *Philos. Transact. f.* 1833, *P. II, p.* 285. — Prüfung von A. D. Bache: *Journal of the Franklin Institute. Novemb.* 1835. — Nobili und Melloni: diese Annal., Bd. 27, S. 451 bis 455. — Melloni: diese Annal., Bd. 35, S. 573; Bd. 39, S. 562. — Edwin C. Leedom. 1846. Silliman's *American Journ. second. ser., Vol. I, p.* 28, 29.

2) Sir H. Davy: *Elements of chemical philos., Lond.* 1812. *T. I.* —

Neuere Versuche von Baden Powell [1]) und Melloni [2]) haben ergeben:

3) dafs ein und derselbe Körper von Wärmestrahlen verschiedener Quellen, welche direct gleiche Wirkung auf ein berufstes Thermoskop (s. ob. S. 205) ausüben, ungleichmäfsig erwärmt wird.

Unter den Beobachtungen, welche ich selbst in dieser Beziehung angestellt habe, will ich nur zwei besonders charakteristische hervorheben.

Ueberzog ich eine Metallscheibe auf einer Seite mit Carmin, auf der andern mit Rufs, und setzte sie unmittelbar vor der Thermosäule dergestalt den Strahlen einer Argand'schen Lampe aus, dafs die Carminfläche der Wärmequelle, die berufste der Säule zugekehrt war, so brachte die eigene Erwärmung derselben eine Ablenkung von 9°,5 am Multiplicator hervor, wenn die Argand'sche Lampe direct die Nadel auf 35° abgelenkt hatte. Unter denselben Umständen erhielt ich aber eine Abweichung von 10°,87, wenn ich, statt der Flamme, einen dunkeln erhitzten Metallcylinder, welcher direct eine gleiche Ablenkung von 35° bewirkte, gegen die Carminfläche ausstrahlen liefs.

War die Metallscheibe, anstatt des Carmins, mit schwarzem Papier überzogen, so wurde die Magnetnadel durch die Erwärmung der vor der Thermosäule aufgestellten Platte im ersten Falle auf 10°,75, im zweiten auf 10°,12 abgelenkt.

Die Carminfläche wird also durch die Strahlen der Argand'schen Lampe verhältnifsmäfsig weniger als durch die

Leslie: *An experim. inq. etc., p.* 83. — Melloni: diese Annalen, Bd. 53, S. 268 bis 275.

1) Diese Annal., Bd. 21, S. 316.

2) Diese Annal., Bd. 35, S. 545, 546, 575, 577; Bd. 39, S. 31, 560, 563; Bd. 44, S. 357 bis 359, 361 bis 363; Bd. 51, S. 82; Bd. 52, S. 422. — Ausnahme 1) bei den *Metallen*, nach Rumford: *Mémoires sur la chaleur.* Deutsche Uebersetzung, S. 72. — Melloni: Diese Annal., Bd. 35, S. 575, 576; Bd. 52, S. 421 bis 427, 573, 580 bis 583. 2) Beim *Rufs*, nach Melloni: s. ob. S. 206, Note 1.

eines auf 80° R. erhitzten Cylinders erwärmt, während beim schwarzen Papier gerade das Gegentheil stattfindet.

Die folgenden, einer gröfsern directen Ablenkung angehörigen Zahlen (arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen) werden diefs noch entschiedener darthun.

Eingeschaltete sich erwärmende Fläche.	Ablenkung durch directe Einstrahl. d. Wärmequellen.	Ablenkung nach dem Einschalten für:		Ablenkung durch directe Einstrahl. d. Wärmequellen.	Ablenkung nach dem Einschalten für:	
		die Argand'sche Lampe.	den erhitzten Cylinder.		die Argand'sche Lampe.	den erhitzten Cylinder.
Carmin	35°	9,50	10,87	50°	13,75	15,62
Schwarzes Papier	35°	10,75	10,12	50°	15,25	14,00

Während, früheren Beobachtungen [1]) zufolge, fast immer die Wärmestrahlen aus Quellen niederer Temperatur fähiger zu seyn schienen, die Körper zu erwärmen, als die bei höherer Temperatur ausgesandten, ist es also durch die mitgetheilten Versuche sicher erwiesen, *dafs diese Erwärmung bei gleicher Intensität der eingestrahlten Wärme, völlig unabhängig von der Temperatur ihrer Quelle, allein durch die Natur jener absorbirenden Substanzen bedingt wird, welche für gewisse Strahlen mehr als für andere empfänglich sind.*

Der Einfluſs der *Dicke* der den Wärmestrahlen ausgesetzten Körper auf ihre Erwärmung ist bisher kaum untersucht worden. Leslie bemerkt, dafs sich Metalle von verschiedener Dicke in gleichem Grade [2]), Holzschirme, welche er vor einem erhitzten Würfel aufstellte, aber desto weniger erwärmten, je dicker sie waren. So zeigte sein Thermoskop

20° hinter einer $\frac{1}{8}$″ dicken Platte von Tannenholz;
15 - - $\frac{3}{8}$ - - - -
9 - - 1 - - - [3]) -

1) Melloni: diese Annal., Bd. 35, S. 575; Bd. 52, S. 422.

2) *An experim. inq. etc., p.* 112.

3) Ebendaselbst, *p.* 38 bis 41.

Ebenso fand Melloni [1]) mittelst des Thermomultiplitors, dafs sich dickes Papier weniger als dünnes erwärmte.

Diese Versuche schienen mir jedoch nicht die Frage zu ledigen:

in welcher Beziehung die Erwärmung der Körper zu ihrer Dicke stehe,

ıd sie ist daher Gegenstand der folgenden Untersuchung ;wesen.

Während ich bei den Beobachtungen des vorigen Abhnitts den Einflufs der Erwärmung der zwischen der Wärequelle und Thermosäule aufgestellten Medien für die letzre zu eliminiren suchte, war ich in diesem Fall darauf :dacht, sie so wahrnehmbar als möglich zu machen und ısschliefslich auf das Thermoskop wirken zu lassen. Ich ellte daher die zu erwärmenden Körper unmittelbar vor :mselben auf und versah sie, der Säule zu, mit einer für recte Strahlen undurchdringlichen Rückseite.

Die Substanzen, deren ich mich zu diesen Versuchen :diente, waren farblos durchsichtiger Firnifs, schwarzer ıdurchsichtiger, aber diathermaner Lack und Bleiweifs, elches in der Regel als adiatherman betrachtet wird. Diese ug ich in *Schichten von verschiedener Dicke* auf dünne, in der Beziehung gleiche Metallscheiben auf. — Um die Ausrahlung der letzteren nach der Erwärmung zu verbessern, berzog ich sie auf Seiten der Säule mit Papier [2]). Zwar ürde Rufs in dieser Beziehung noch wirksamer gewesen yn [3]); indefs ist es kaum erreichbar, ihn auf mehrere latten in völlig gleicher Weise aufzutragen, was unumnglich gewesen wäre, weil sich, wie Melloni [4]) gezeigt at, die Ausstrahlung mit der Dicke der Rufsschichten änert. Ich zog daher den erwähnten Ueberzug vor, um nicht

3) Diese Annal., Bd. 43, S. 26.

2) Leslie, *An experim. inq. etc.*, *p.* 18.

3) Ebendaselbst.

4) Diese Annal., Bd. 65, S. 109, 110

die Empfindlichkeit des Apparats auf Kosten der Sicherheit des Vergleichs zu steigern.

Der Vollständigkeit wegen untersuchte ich die Erwärmung der genannten Substanzen von ungleicher Dicke bei verschiedenen Wärmequellen, indem ich dazu diejenigen anwandte, welche stets die gröfsten Verschiedenheiten gezeigt hatten: eine Argand'sche Lampe und einen auf etwa 80° R. erhitzten Metallcylinder.

Da aufser Rufs (s. S. 205, 206) nur Metalle (s. S. 231) jede Art von Wärmestrahlen in gleicher Weise absorbiren, so konnten die gedachten Körper für den vorliegenden Zweck nur auf Metall aufgetragen werden, wenn man die Wirkung ihrer Erwärmung durch verschiedenartige Wärmequellen ohne den Nebeneinflufs der untergelegten Flächen beobachten wollte, welche sich in jedem andern Falle an sich schon ungleichmäfsig erhitzt haben würden.

Der Versuch ergab folgende Resultate: Hatte man durch directe Einstrahlung der Argand'schen Lampe auf die Thermosäule eine Abweichung der Multiplicatornadel auf 60° hervorgebracht, und stellte darauf unmittelbar vor dem Thermoskop eine Metallplatte ein, welche der Wärmequelle ihre glänzende Oberfläche zukehrte, während sie, der Säule zu, mit Papier überzogen war, so erhielt man nach einiger Zeit eine constante Ablenkung von 10°,5, welche von der Erwärmung der Metallscheibe herrührte. Schaltete man statt dieser eine Metallplatte ein, welche auf der Seite der Wärmequelle mit einer Firnifsschicht bedeckt war, so wich die Nadel durch die Erhitzung der Scheibe auf 14°,5, und, wenn sie mit acht gleichen Schichten bekleidet war, auf 15°,75 ab.

Die Erwärmung der überzogenen Platte stieg also, wenn man die Anzahl der sie bedeckenden Firnifsschichten vermehrte.

Wurde die Flamme mit dem dunkeln erhitzten Cylinder vertauscht, welcher direct dieselbe Ablenkung von 60° hervorbrachte, und der nicht überzogene Metallschirm wieder an der bezeichneten Stelle eingeschoben, so stellte sich

ie Nadel wie vorher auf 10°,5 ein. Sie wich aber auf 7°,5 ab, wenn man die mit einer Firnifsschicht und auf 0°,75, wenn man die mit acht Schichten bedeckte Metallscheibe den Strahlen des erhitzten Cylinders aussetzte.

Die Erwärmung war also im letzteren Falle für jede inzelne Platte gröfser als im ersten, und nahm von der it einer Firnifsschicht bekleideten bis zu der mit acht Laen bedeckten in höherem Grade zu als beim Versuch mit er Argand'schen Lampe.

Dieselbe Erscheinung zeigte sich beim schwarzen Lack nd beim Bleiweifs. — So bewirkte, bei übrigens gleichen Jmständen, die Erwärmung einer mit einer dünnen Lackchicht überzogenen Metallscheibe unter den Strahlen der rgand'schen Lampe eine Ablenkung von 14°,5, die Erwärmung einer mit einer dickeren Lage bedeckten von 18°,12 nd unter den Strahlen des dunkeln erhitzten Cylinders ie erstere eine Abweichung von 18°,62, die letztere von 2°,12, wobei man berücksichtigen mufs, dafs die Kraft, elche die Galvanometernadel um eine gewisse Anzahl *höerer* Grade ablenkt, *gröfser* als die ist, welche sie um ine gleiche Anzahl *niederer* Grade abweichen läfst (siehe §. 205, 206, Note 5).

Die für den Bleiweifsüberzug gefundenen Zahlen sind n der beigefügten Tabelle angeführt, welche auch Werthe ür andere Dicken der genannten Körper und eine andere irecte Ablenkung als die erwähnte (sämmtlich arithmetiche Mittel aus je zwei Beobachtungen) enthält.

Ablenkung nach dem Einschalten einer Metallplatte

nicht überzogen.	überzogen mit Firnifs.				überzogen mit schwarzem Lack.				überzog. mit Bleiweifs.	
	1 Schicht.	2 Schichten.	4 Schichten.	8 Schichten.	dünnste Schicht	dickere Schicht.	noch dickere Schicht.	dickste Schicht.	dünne Schicht.	dicke Schicht.

Argand'sche Lampe. Ablenkung durch directe Einstrahlung 35°.

6,50| 8,25| 8,25| 8,25| 8,25| 7,12| 8,25| 8,62| 9,50| 7,25| 8,00

Dunkler erhitzter Metallcylinder.

6,50| 9,00| 9,25| 9,50| 9,50| 9,12| 9,87|11,62|12,00| 8,75| 9,62

Argand'sche Lampe. Ablenkung durch directe Einstrahlung 60°.

10,50|14,50|15,12|15,62|15,75|14,50|16,25|17,37|18,12|16,12|18,50

Dunkler erhitzter Metallcylinder.

10,50|17,50|18,12|20,12|20,75|18,62|20,25|21,37|22,12|17,00|19,50

Die sich auf solche Weise darstellenden Verschiedenheiten können nur von der Wärme herrühren, welche von den aufgetragenen Substanzen absorbirt und so den Metallplatten mitgetheilt wird. Es stellt sich also heraus: *dafs sich die angewandten Körper, innerhalb der Gränzen dieser Versuche, in desto höherem Grade erwärmen, je dicker sie sind.*

Diese Beobachtung läuft direct den von Leslie und Melloni an andern Substanzen gemachten Erfahrungen entgegen. Dennoch sind beide Facta richtig. Der Grund dieser Verschiedenheit aber ist der, dafs bei meinen Versuchen die Gränze noch nicht erreicht ist, welche jene früheren bereits überschritten haben. — Denn der Zusammenhang der Erscheinung ist dieser. Setzt man einen Körper den Strahlen einer Wärmequelle aus, so dringen die, welche nicht an seiner Oberfläche reflectirt werden, in ihn ein und erwärmen eine Schicht nach der andern, sofern sie nicht ungehindert durch ihn hindurchgehen. Jede dieser Schichten theilt dann ihre Wärme durch Leitung und Strahlung den benachbarten mit. — Die Summe der einem Körper auf diese Weise zugeführten Wärme wächst also in dem Maafse, als die Anzahl der absorbirenden Schichten

zunimmt; aber sie erreicht ihr Maximum, sobald diese eine Dicke erlangen, jenseit welcher die Wärme weder durch Strahlung noch durch Leitung weiter vordringen kann.

In der mitgetheilten Versuchsreihe war die Dicke nie so grofs, dafs nicht jede aufgetragene Schicht noch hätte erwärmt und nicht die Wärme aller auf die Metallfläche hätte wirken können, welche mittelst des Papierüberzuges gegen die Thermosäule strahlte. Bei den Beobachtungen von Leslie und Melloni aber waren die eingeschalteten (nur in den dünnsten Blättchen diathermanen) Schirme so dick, dafs nur ein geringer Theil der Wärme ihrer vorderen Flächen die dem Thermoskop zugekehrte Seite erreichte, und daher mufste sich ihre Wirkung auf dasselbe in dem Grade vermindern, als man diesen Antheil durch Vermehrung der Dicke schwächte.

Die Gränze, bei der die Erwärmung eines Körper aufhört, mit zunehmender Dicke zu steigen, wird sich für eine und dieselbe Wärmequelle nach der Substanz, und für eine und dieselbe Substanz nach der Natur der Wärmequelle richten. Einer späteren Untersuchung ist es vorbehalten, sie in gewissen Fällen näher zu bestimmen.

Melloni [1]) hat es für unmöglich gehalten, die Temperaturerhöhung wahrzunehmen, welche dünne, diathermane Blättchen durch strahlende Wärme erfahren, und daher indirect auf ihre Erwärmung geschlossen. Den mitgetheilten Versuchen ist es gelungen, sie auf directem Wege nachzuweisen und Melloni's Vermuthungen auf eine evidente Weise durch die Erfahrung zu bestätigen, *dafs sich die Temperatur eines Körpers bei zunehmender Dicke desto mehr erhöht, je weniger er für die ihm zugesandten Strahlen diatherman ist.*

So ergeben, wie bereits erwähnt, die in der Tabelle S. 236 enthaltenen Beobachtungen für dieselben Körper stets beim dunkeln erhitzten Cylinder eine gröfsere Steigerung der Erwärmung mit der Dicke als bei der Argand'schen Lampe, während die directe Durchstrahlung gezeigt hat, dafs

1) Diese Annal., Bd. 43, S. 26 bis 27.

die Wärme des ersteren in geringerem Grade als die der letzteren von farblosem Firnifs und schwarzem Lack hindurchgelassen wird.

Dafs diathermane Körper, wie man bisher nur geahnt, *durch diejenigen Strahlen, welche sie am wenigsten durchdringen, in der That am meisten erwärmt werden*, läfst sich durch die Beobachtung auch am farblosen Glase darthun, das bekanntlich ebenfalls von der Wärme des Metallcylinders schlechter als von der der Argand'schen Lampe durchstrahlt wird. Denn ein $1^{mm},5$ dicker Glasspiegel, dessen rauhe metallische Fläche der Thermosäule zugekehrt war, brachte unter den Strahlen des ersteren eine Abweichung der Galvanometernadel auf $12^{0},25$; unter denen der Lampe auf 11^{0} hervor, wenn die directe Einstrahlung jeder dieser Wärmequellen die Nadel um 45^{0} abgelenkt hatte.

Es bedarf wohl kaum nochmals der Erwähnung, dafs dieser Nachweis der Erwärmung diathermaner Körper durch strahlende Wärme die Ergebnisse des ersten Abschnitts nicht erschüttert, da die Beobachtung zeigt (S. 226 und 227), dafs sie unter den Umständen, bei welchen die Durchstrahlungsversuche angestellt wurden, keinen merklichen Antheil an jenen Resultaten gehabt hat.

IV. *Ueber den elektrischen Leitungswiderstand der Flüssigkeiten;*
von E. N. Horsford aus Albany in Nordamerika.

Der Leitungswiderstand der flüssigen Leiter in der galvanischen Kette ist schon oft der Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Eine allgemeine Brauchbarkeit der gewonnenen Resultate scheiterte gewöhnlich daran, dafs man den Einfluſs der Polarisation an den Uebergangsflächen nicht so wie es seyn mufs berücksichtigt hat. In der That ist mir nur eine einzige Arbeit bekannt, in welcher der Lei-

tungswiderstand einer Flüssigkeit, nämlich der Kupfervitriollösung, von jenem veränderlichen Einflusse befreit, gemessen worden ist (Lenz in diesen Annalen, Bd. 44, S. 349). Ich wünschte auch noch von mehreren anderen Flüssigkeiten das Leitungsvermögen kennen zu lernen; ich benutzte daher die Gelegenheit, die mir geboten wurde, eine dahin einschlagende Untersuchung im physikalischen Kabinette zu Giefsen unternehmen zu können. Leider ist es mir unmöglich gewesen diese Arbeit vor dem bereits festgesetzten Zeitpunkte meiner Rückreise nach Amerika in dem Umfange zu vollenden, als es der anfängliche Plan war, und als ich es später noch zu thun mir vorgenommen habe. Wohlwollende Freunde haben mir gleichwohl gerathen den wesentlichsten Inhalt meiner Untersuchungen jetzt schon der Oeffentlichkeit zu übergeben, weil mehrere der von mir erhaltenen Resultate vielleicht eine practische Brauchbarkeit haben dürften.

Zur Aufnahme der Flüssigkeiten, deren Verhalten gegen den elektrischen Strom ich prüfte, diente ein viereckiger Trog von festem und dichtem Holze, 0,3 Meter lang, 0,075 Meter breit und eben so tief; er war im Innern mit Schellackfirnifs dick überzogen, um das Eindringen der Flüssigkeiten zu verhindern oder doch möglichst zu verzögern. Auf diesem Troge liegen zwei Brettstücke, von welchen das eine festsitzt, das andere verschiebbar ist. Sie dienen, um die in die Flüssigkeit eintauchenden Platten zu halten und nach Befinden deren Abstand zu verändern. Die Platten, von gleicher Gröfse wie der Querschnitt des Kastens, werden an Kupferstreifen festgeklemmt, welche ihrerseits wieder an den Brettstücken angeschraubt sind, und mit den Endpunkten des Elektromotors in Verbindung stehen. Als solcher wurde die constante Kohlen-Zinkkette benutzt, je nach Bedürfnifs 1 Paar oder auch mehrere Paare hinter einander. Die Stromstärke wurde mit einer sehr genau ausgeführten Weber'schen Tangentenbussole gemessen, und um bestimmte Stromstärken unverändert erhalten zu können, diente ein Wheatstone'scher Stromregulator. Der

Draht des letzteren ist aus Neusilber verfertigt, dessen Leitungswiderstand Hr. Prof. Buff auf das 12,4014fache von dem des chemisch reinen Silbers bestimmt hat. Der Durchmesser dieses Drahts beträgt 1,5042 Millimeter, die Länge einer Windung des Regulators 751 Millimeter. Die Temperatur der geprüften Flüssigkeiten betrug durchschnittlich 18 bis 20° C.

Der Gang des Versuchs fand in der Weise statt, dafs man zwei Platten in dem mit Flüssigkeit ganz oder theilweise angefüllten Troge einander genau parallel, zuerst gewöhnlich auf 2,5 Centimeter Entfernung gegenüberstellte, dann die Kette schlofs und mit Hülfe des Regulators die Nadel der Tangentenbussole auf einen bestimmten Grad richtete. Hierauf vergrößerte man den Abstand beider Platten durch Verrücken der einen, und sah zu wie viel Neusilberdraht aus der Kette herausgenommen werden mufste, um den anfänglichen Ausschlag der Nadel wieder zu erhalten. Es ist einleuchtend, dafs alsdann die Vergrößerung der Flüssigkeitsschicht einen genau eben so grofsen Widerstand bewirkte wie der abgewickelte Neusilberdraht, und zwar ganz unabhängig von dem Einflusse der Polarisation. Die in den folgenden mitgetheilten Zahlen sind die Mittelwerthe von wenigstens drei, gewöhnlich aber von einer gröfseren Anzahl nahe übereinstimmender Beobachtungen.

Zuerst schien es mir von Wichtigkeit einen etwaigen Einflufs der Stromstärke auf den Leitungswiderstand kennen zu lernen. Zu dem Ende wurde der Trog mit verdünnter Schwefelsäure von 1,10 spec. Gewicht bis zu 0,0275 Meter Höhe angefüllt. Man erhielt bei nachfolgenden

Ablenkungen der Nadel	den Widerstand in Windungen Neusilberdraht	
	für die ersten 2,5 Centim.	für die folgend. 2,5 Decim.
10°	32,44	20,67
20	20,30	21,25
30	10,74	20,00

Der Widerstand der ersten 2,5 Cent. Flüssigkeit, der den Einflufs der Polarisation einschliefst, zeigt sich verän-

der-

derlich mit der Stromstärke, während, sobald dieser Einfluſs eliminirt worden, ein für verschiedene Stromstärken augenscheinlich gleich groſser Widerstand erhalten wurde. Aehnliche Versuche mit anderen Flüssigkeiten, wie Kochsalzlösung, Kupfervitriollösung u. s. w., ausgeführt, gaben ganz dasselbe Resultat. Es schien mir daher genügend den Widerstand der meisten übrigen Flüssigkeiten nur für eine einzige Stromstärke mit möglichster Genauigkeit zu untersuchen; diese wurde dann, um der Veränderlichkeit der Polarisation zu begegnen, im Laufe einer Versuchsreihe mit aller Sorgfalt eingehalten. Bei allen folgenden Angaben über die Dicke einer flüssigen Schicht, sind die ersten 2,5 Centim., welche den Widerstand der Polarisation einschlieſsen, bereits abgezogen.

Man nimmt an, daſs der Widerstand der Flüssigkeiten, gleich dem der festen Leiter, der Länge direct und dem Querschnitte umgekehrt proportional sey. Meine Versuche bestätigen diese Annahme. Ich begnüge mich als Beleg nur eine einzige Versuchsreihe, welche mit derselben verdünnten Schwefelsäure wie vorher ausgeführt ist, hier mitzutheilen.

Länge d. flüssig. Schicht. Centimeter.	Widerstand in Windungen Neusilberdraht.	
	Beobachtet.	Berechn. auf 5 Cent. Länge.
25	20,67	4,134
12,5	10,75	4,300
7,5	6,98	4,654
5,0	4,25	4,250
2,5	2,11	4,220
		Mittelwerth 4,311.

Der Trog war mit der Säure bis zu 0,0275 Meter Höhe angefüllt. Als hierauf die flüssige Schicht bis zu 0,048 Meter erhöht wurde, erhielt man für 5 Cent. Länge einen Widerstand gleich dem von 2,56 Windungen. Es ist aber 0,0275 : 0,048 nahe genau wie 2,56 : 4,311.

Man erhält demnach eine ganz klare Vorstellung von dem Leitungswiderstande einer Flüssigkeit von bestimmter chemischer Beschaffenheit, und kann denselben in Rech-

nung nehmen, wenn er nur für eine einzige Länge und einen einzigen Querschnitt genau gemessen worden ist. Die von mir bei verschiedenen Flüssigkeiten, die ich untersuchte, gewonnenen Resultate sind in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt. Der Sinn der in den verschiedenen Spalten enthaltenen Zahlen bedarf keiner weiteren Erörterung. Ich habe daher nur noch hinzuzufügen, dafs gewöhnlich Platinplatten in die Flüssigkeiten eingetaucht waren. Nur bei der Kupferlösung wählte man Kupferplatten, und bei den Zinklösungen Zinkplatten, um dadurch die Polarisation zu vermindern. Die gewählten Auflösungen waren chemisch rein.

Namen und Beschaffenheit der Flüssigkeit.	Anfüllungshöhe des Trogs.	Leitungswiderstand in Regulator-Windungen für 5 Centm. Länge der flüssigen Schicht	Neusilber = 1.
Schwefelsäure von 1,10 spc. Gw.	0,0275 Met.	4,311	75673
- - - 1,15 - -	0,0275	3,680	67770
- - - 1,20 - -	0,0275	3,202	56180
- - - 1,24 - -	0,0275	3,200	56180
- - - 1,30 - -	0,0275	3,200	56180
- - - 1,40 - -	0,0275	4,700	82520
Zinkvitriollösung, wovon 100 CC. enthielten:			
7,287 Grm. ZnO , SO_3HO	0,0275	108,00	1896000 [1]
4,175 - - -	0,0275	151,70	2663400 [1]
Kupfervitriollösung, wovon 100 CC. enthielten:			
15,093 Grm. CuO , SO_3	0,0275	55,38	972320
7,547 - - -	0,0275	80,32	1410200
		für 2,5 Cent. Länge der flüssigen Schicht	
Kochsalzlösung			
27,6 Grm. in 500 CC. Wasser	0,023	19,65	577100
21,3 - - 500 - -	0,023	26,20	769460
Zweifache Verdünnung	0,046	25,336	1488200
Vierfache Verdünnung	0,046	44,72	2750560

1) Diese Angaben über den Widerstand der Zinkvitriollösung kann ich nur als Annäherungen gelten lassen; denn weil das aus der Flüssigkeit niedergeschlagene Zink sich an der negativen Polplatte theilweise in senkrecht anschiefsenden Nadeln absetzte, zeigte sich im Laufe eines jeden Versuchs eine allmälige Abnahme des Widerstands der vordersten Schicht.

Namen und Beschaffenheit der Flüssigkeit.	Anfüllungshöhe des Trogs.	Leitungswiderstand in Regulator-Windungen für 2,5 Cent. Länge der flüssigen Schicht	Neusilber = 1.
Chlorkaliumlösung			
27,6 Grm. in 500 CC. Wasser	0,023 Meter	19,68	578000
Zweifache Verdünnung	0,046	18,79	1103700
Vierfache Verdünnung	0,046	34,16	2006500
Chlorbariumlösung			
38,46 Grm. ClB in 500 CC. Wasser	0,023	37,50	1101300
Zweifache Verdünnung	0,046	37,07	
Chlorstrontiumlösung			
29,30 Grm. ClSt in 500 CC. Wasser	0,023	26,56	780100
Zweifache Verdünnung	0,046	27,50	
Chlorcalciumlösung von 1,04 spc. Gew.	0,023	22,90	672560
Chlormagnesiumlösung	0,023	22,89	672560
Chlorzinklösung	0,023	37,20	1092500

Untersuchung über das elektrische Leitungsvermögen starrer und flüssiger Körper;

von E. Becquerel.

(Freier Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys. Ser. III, T. XVII, p.* 242 — 291.)

Das Verfahren, dessen sich der Verf. zu dieser Untersuchung bedient, ist der Hauptsache nach das von seinem Vater verbesserte Davy'sche, nach welchem man den Strom einer galvanischen Kette in zwei Arme zerspaltet, diese in entgegengesetzter Richtung auf ein Galvanometer wirken läfst und zur Gleichheit bringt, erstlich für sich, und dann nachdem in den einen Arm der auf sein Leitungsvermögen zu prüfende Körper eingeschaltet worden ist [1]).

Als Galvanometer gebraucht er eins mit zwei zusammengedrehten Drähten, und zur Aequilibrirung der Wir-

[1]) Annalen, Bd. 8. S. 354.

kung auf dasselbe bedient er sich desjenigen Wheatstone'schen Rheostats, bei welchem ein Messingdraht von einem Holzcylinder auf einen von Metall auf- und abgewickelt wird [1]); es weicht von demselben nur dadurch ab, dafs die beiden Cylinder an ihren Enden mit gezahnten Rädern versehen sind, und durch ein in dasselbe eingreifendes Getriebe bewegt werden. Dieser Rheostat, welcher eine Längenmessung bis auf $0^{mm},2$ gestattet, ist in den einen Arm des Stroms eingeschaltet, der auf sein Leitvermögen zu prüfende Körper in den andern.

I. Leitvermögen der Metalle bei gewöhnlicher Temperatur.

Um das Leitvermögen eines Metalls bei gewöhnlicher Temperatur zu bestimmen, spannt Hr. B. einen Draht von demselben zwischen zwei Zwingen aus, die, von senkrecht auf einem Tisch errichteten Holzstützen getragen, 1,5 Meter aus einander stehen. Unter diesem Draht und parallel mit ihm liegt ein wohlbefestigtes getheiltes Messinglineal, längs welchem eine dritte, den Draht sanft klemmende Zwinge verschiebbar ist. Mittelst dieser dritten Zwinge und einer der ersteren wird ein Theil des Drahts in einen der Arme des Stromes gebracht, und seine Länge um gemessene Stücke verändert, deren Widerstand sich dann ergiebt, wenn man ihre Wirkung auf die Nadel durch den Rheostat annullirt.

Die zu untersuchenden Drähte erfuhren keine stärkere Spannung als nöthig war, um sie gerade zu richten und in Parallelismus mit dem Lineal zu bringen; bogen sie sich wegen ihres Gewichts oder ihrer Natur, so wurden Holzstützen darunter gestellt. Sie wurden überdiefs sowohl im gehärteten Zustand, wie sie aus dem Drahtzug kommen, als auch im ausgeglühten angewandt. Quecksilber wurde in kalibrirte Glasröhren eingeschlossen.

Die Durchmesser der Drähte wurden mit Hülfe eines von Hrn. Lebaillif angegebenen Instruments unter dem

1) Annalen, Bd. 62, S. 509.

Mikroskop gemessen [1]), und da die Drähte niemals genau kreisrund sind, die durch ein selbes Loch gezogenen Drähte von verschiedenem Material auch nicht gleichen Durchmesser haben (Eisendrähte z. B. dicker sind als Golddrähte, und diese wiederum dicker als Bleidrähte), so wurde immer aus mehren Messungen das Mittel genommen.

Nachstehendes waren die Resultate der Messungen, bei welchen die Temperatur beständig zwischen 12° und 13° C. lag, und im Mittel auf 12°,75 C. gesetzt werden kann.

	Durchmesser der Drähte.	Leitungsvermögen bei gleichem Durchmesser im gehärteten Zustand.	Leitungsvermögen bei gleichem Durchmesser im ausgeglühten Zustand.	Verhältniss beider.
	mm			
Silber [2])	0,3203	93,448	100,000	1,0701
Kupfer [3])	0,3218	89,084	91,439	1,0264
Gold, reines	0,2970	64,385	65,458	1,0166
Kadmium	0,2875	24,574		
Zink	0,3019 0,7390	24,164		
Zinn	0,6985	13,656		
Palladium	0,225	13,977		
Eisen	0,3037 0,737	12,124	12,246	1,0101
Blei	0,687 0,858	8,245		
Platin	0,3126	8,042	8,147	1,0130
Quecksilber [4])	0,734	1,8017		

1) Hr. B. beschreibt dieſs Instrument also: Es besteht aus zwei auf einander gleitenden Glasplatten, deren eine ein Mikrometer, getheilt in 0,005 Millimeter, und die andere Striche parallel mit diesen Abtheilungen enthält. Das erste Glas ruht auf einer Holzplatte, die auf den Objectträger des Mikroskops gebracht wird, und das zweite auf einer anderen Platte, die auf der ersteren liegt. An dieser zweiten Platte sitzt ein Kupferdraht, der gegen die Spitze einer kupfernen Schraube endet, so daſs man, wenn man die Schraube dreht, bis einer der Striche des oberen Glases mit dem Nullpunkt des Mikrometers zusammenfällt, und nun den auf seinen Durchmesser zu prüfenden Draht zwischen dem festen Draht und die Schraube einschaltet, unmittelbar mittelst des Mikroskops abliest, wie viel der Strich vorgerückt ist und wie viel also der Durchmesser des Drahts beträgt. Die Bestimmung geschieht bis auf ein Viertel von $\frac{1}{200}$ oder bis auf $\frac{1}{800}$ Millimeter.

2) Aus Chlorsilber reducirt.

3) Elektrochemisch gefällt und dann geschmolzen.

4) Bei 14° C.

Bei den Metallen, die in Drähten von zweierlei Durch
messern angewandt wurden, sind die Angaben der dritt
Spalte das Mittel aus beiden Messungen, die übrigens we
von einander abwichen.

II. Leitvermögen der Metalle in verschiedenen Temperaturen.

Das Verfahren zur Ermittlung des Leitvermögens
höheren Temperaturen war folgendes. Eine an beiden
den offene Glasröhre von 5 bis 6 Centimet. Länge und
Centimet. Durchmesser wurde schraubenförmig mit dem
untersuchenden Draht bewickelt, so, dafs sich die Wi
dungen nicht berührten. War derselbe nicht länger als
Meter, so bildeten die Windungen nur eine Lage; üb
stieg er aber diese Länge, so umgab man die erste La
mit Seide, wickelte eine zweite Lage darüber und befestig
sie wohl durch Seidenfäden. Die Enden des so vor
richteten Drahts verknüpfte man durch Umwicklung
zwei Kupferstäbchen, von denen der eine in die Röh
hineinreichte, der andere am äufseren Umfang derselb
endete. Die beiden Kupferstäbchen führten durch ein
Kork, der zugleich ein Thermometer mit langem cylind
schen, der Röhre parallel gestellten Behälter durchlie
Dieser Kork diente zum Verschlufs eines mit Oel gefüllt
Glascylinders, welcher die mit Draht bewickelte Röhre u
das Thermometer in senkrechter Stellung aufnahm. D
Glascylinder mit seinem Inhalt wurde dann in ein Marie
bad getaucht, in welchem er bis nahe zum Siedpunkt d
Wassers erhitzt werden konnte.

Zuvörderst suchte Hr. B. zu ermitteln, wie sich das Le
vermögen bei einem und demselben Metalle mit der Te
peratur ändere. Zu dem Ende brachte er in den Glas
linder einen etwa 1 Meter langen Eisendraht, erwärmte
angegebenermafsen darin, bis das Thermometer einen fes
Stand angenommen hatte, schaltete ihn darauf durch
Kupferstäbchen in den einen Arm des Stroms einer Ke
ein, und liefs nun den Cylinder langsam erkalten, währe

zugleich durch den in dem andern Arm des Stroms befindlichen Rheostat die Nadel fortwährend auf Null hielt, bekam er folgende Zahlen:

eostat-grade [1]).	Temperaturen beobacht.	Temperaturen berechn.	Unterschied.	Rheostatgrade.	Temperaturen beob.	Temperaturen berechn.	Unterschied.
98,0	97°,8 C	97°,80 C.		207,6	59°,00 C	55°,80 C.	−3,20
50,0	89 ,50	89 ,40	−0,10	204,4	58 ,00	55 ,00	−3,00
41,0	86 ,50	85 ,20	−1,30	189,5	54 .50	51 ,64	−2,86
39,0	86 ,00	84 ,75	−1,25	170,0	50 ,00	47 ,40	−2,60
35 3	85 ,00	83 ,87	−1,13	113.0	36 ,60	34 ,75	−1,85
93,0	78 ,50	74 ,58	−3 92	62,7	24 ,00	23 ,63	−0,37
73,5	74 ,00	70 ,30	−3,70	58,5	23 ,00	22 ,70	−0,30
53,6	70 ,00	65 ,90	−4,10	39,7	18 ,10	18 ,51	−0,44
30,6	65 ,00	60 ,80	−4,20	23,7	15 ,00	15 ,00	

Die Zahlen der dritten und siebenten Spalte sind in r Annahme berechnet, dafs die mittlere Zunahme des iderstands für einen Grad Temperatur gleich sey

$$\frac{398{,}0 - 23{,}7}{97°{,}8 - 15°} = 4{,}5205$$

eostatgrade. Die vierte und achte Spalte zeigen, dafs also berechneten Temperaturen beträchtlich von den bachteten abweichen; Hr. B. meint indefs, dafs die Unchiede in der durch die Veränderung der Temperatur t richtigen Angabe des Thermometers ihren Grund ha, und nimmt an, nicht allein für das Eisen, sondern für die übrigen Metalle, dafs die Abnahme des Leigsvermögens der Zunahme der Temperatur proportiol gehe.

In dieser Voraussetzung bestimmt er nun die Veränderung des Leitvermögens so, wie es folgendes Beispiel an dem $0^{mm},3203$ dicken, ausgeglühten Silberdraht verdeutlichen mag. Ein Meter dieses Drahts zeigte bei gewöhnlicher Temperatur (12°,75 C.) in dem sub I beschriebenen parat einen Widerstand = 101,25 Rheostatgraden, $1^{m},1675$ r, nach Abzug der um die Kupferstäbchen gewickelten den, $1^{m},1475$ desselben Drahts, die in den zweiten Aprat gebracht wurden, mufsten demnach bei derselben Temratur einen Widerstand = 116,184 leisten. Eine Nacht

[1]) Von denen 108 einem ganzen Umgang der Cylinder entsprachen.

hindurch in diesem Apparat gelassen, zeigte das Thermometer 11°,3, und der Rheostat mufste auf den Punkt 7,1 gedreht werden, um die Wirkung auf die Nadel zu annuliren. Nun wurde der Apparat zwei Stunden lang erhitzt, bis eine constante Temperatur erlangt war. Dieselbe betrug 96°,8, und der Rheostat mufste zur Aequilibrirung auf 45,1 gedreht werden. Die Zunahme des Widerstands betrug also 45,1 — 7,1 = 38,0 für 96°,8 — 11°,3 = 85°,5 C., mithin für 1° C. = 0,4444. Bei 12°,75 C. war der Widerstand des Drahts = 116,184, also wäre er bei 0° C. = 116,184 — 0,4444 × 12°,75 = 110,518, und das Verhältnifs jener Zunahme zu diesem Widerstand oder

$$\frac{0{,}4444}{110{,}518} = 0{,}004021.$$

Die letztere Zahl nennt Hr. B. Coëfficient der Zunahme des Widerstandes, und bestimmt sie nun auf ähnliche Weise für andere Metalle, aus welchen Bestimmungen hier nur die Mittelwerthe beigebracht seyn mögen.

	Coëff. der Zunahme d. Widerstands für 1° von 0° aus.		Coëff. der Zunahme d. Widerstands für 1° von 0° aus.
Silber	0,004022	Zink	0,003675
Blei	0,004349	Kadmium	0,004040
Gold	0,003397	Zinn, ziemlich rein . . .	0,006188
Eisen	0,004726	- vielleicht bleihaltig	0,005042
Kupfer	0,004097	Quecksilber	0,00104
Platin	0,001861		

Darnach berechnet nun Hr. B. folgende Tafel:

	Leitungsvermögen bei 0°.	bei 100° C, gegen das vom Silber bei 0°.	bei 100° C., gegen das vom Silber bei 100°.
Silber, ausgeglüht . .	100	71,316	100
Kupfer dito . .	91,517	64,919	91,030
Gold dito . .	64,960	48,489	67,992
Kadmium	24,579	17,506	24,547
Zink	24,063	17,596	24,673
Zinn	14,014	8,657	12,139
Eisen, ausgeglüht . .	12,350	8,387	11,760
Blei	8,277	5,761	8,078
Platin, ausgeglüht . .	7,933	6,688	9,378
Quecksilber, destillirt	1,7387	1,5749	2,2083

Zusatz. Von älteren Bestimmungen des elektrischen vermögens der Metalle führt Hr. B. nur die von sei- Vater und von Hrn. Pouillet an, nämlich:

	Becquerel sen		Pouillet.
pfer . .	100,00	Palladium	5791
ld . . .	93,60	Silber von 0,963 Feingehalt	5152
ber . . .	73,60	- - 0,900 -	4753
ık . . .	28,50	- - 0,857 -	4221
ıtin . . .	16,40	- - 0,747 -	3882
ien . . .	15,80	Gold, rein	3975
nn . . .	15,50	- von 0,951 Feingehalt	1338
ei	8,30	- - 0,751 -	714
ecksilber	3,45	Kupfer, rein	3838
lium . .	1,33	- ausgeglüht	3842
		Platin	855
		Messing	200
			900
		Gufsstahl	800
			500
		Eisen	700
			600
		Quecksilber, destillirt . .	100

welchen Angaben die letzteren zwar auch mittelst ei- Differential-Galvanometers erhalten wurden, allein mit Verschiedenheit von der Becquerel'schen Methode, die beiden Drähte desselben nicht die Zweige *eines* ms, sondern die Ströme zweier Thermoketten aufnah- von welchen die eine einen Mefsdraht von Platin, und andere den zu untersuchenden Draht eingeschaltet ent- (Pouillet's *Traité, Ed. III, T. I, p.* 584).

Dagegen scheinen dem Verfasser die genaueren Bestim- gen von Riefs mittelst der Maschinen-Elektricität n. Bd. 45, S. 20), und die von Lenz mittelst magneto- trischer Ströme (Ann. Bd. 34, S. 418; Bd. 44, S. 345, Bd. 45, S. 105) gänzlich unbekannt geblieben zu seyn. lürfte daher wohl nicht überflüssig seyn, sie des Ver- hes halber hier folgen zu lassen:

	Riefs	Lenz		
	bei gewöhnlicher Temperat.	bei 0° R.	bei 100° R.	bei 200° R.
Silber	148,74	136,25	94,45	68,72
Kupfer . . .	100	100,00	73,00	54,82
Gold	88,87	79,79	65,20	54,49
Kadmium . .	38,35			
Messing . .	27,70	29,33	24,78	21,45
Palladium . .	18,18			
Eisen	17,66	17,74	10,87	7,00
Platin	15,52	14,16	10,93	9,02
Zinn	14,70	30,84	20,44	14,78
Nickel	13,15			
Blei	10,32	14,62	9,61	6,76
Neusilber . .	8,86			
		bei 15° R.		
Antimon . . .		8,87		
Quecksilber		4,66		
Wismuth .		2,58		

Wiewohl diese Bestimmungen, ungeachtet der Vorzüge, welche die Anwendung des Differentialgalvanometers mit sich führt, wahrscheinlich einen höheren Grad von Genauigkeit besitzen als die Becquerel'schen, so würde doch eine abermalige Untersuchung der Elektricitätsleitung, wobei namentlich die chemische Reinheit der Metalle sorgfältige Berücksichtigung fände, sicher nicht ohne Nutzen seyn. Es würde dabei unter andern auch die Frage gelöst werden, ob wirklich dem Palladium der hohe Grad von Leitungsfähigkeit zukomme, den Pouillet beobachtet hat, oder ob dieser blofs dem mit Silber legirten Palladium angehöre. Schliefslich ist auch daran zu erinnern, dafs Lenz die Veränderungen der Leitungsfähigkeit keineswegs den Temperaturveränderungen proportional gefunden hat.

Poggendorff.

III. Leitvermögen von Flüssigkeiten.

Um diefs Leitvermögen unabhängig von der Polarisation (oder, wie sich Hr. B. ausdrückt, unabhängig vom Uebergangswiderstand) zu bestimmen, ward in der Haupt-

sache das bei den Metallen benutzte Verfahren angewandt, d. h. es wurde in jeden der beiden Arme eines gespaltenen Stroms, die in entgegengesetzten Richtungen auf die Nadel des Differentialgalvanometers wirken konnten, eine Säule von einer und derselben Flüssigkeit eingeschaltet und das Gleichgewicht hergestellt, erst für sich, und dann, nachdem in den einen Arm ein Draht von bekanntem Widerstand eingefügt worden war. Das Stück, um welches hiezu die in demselben Arme befindliche Säule verkürzt werden mufste, lehrte nun den Widerstand der Flüssigkeit kennen [1]).

Die Flüssigkeiten befanden sich in zwei Glascylindern, von denen jeder eine oben durch Kork senkrecht gehaltene, ganz offene und den Boden nicht berührende Glasröhre concentrisch einschlofs. In jeder dieser Glasröhren war eine deren Querschnitt genau ausfüllende, horizontale Metallplatte verschiebbar, und zwar mittelst eines daran gelötheten Drahts, der, um vor der Flüssigkeit geschützt zu seyn, von einer

1) Ich habe bereits in den Monatsberichten der hiesigen Academie (1844. August, S. 305) darauf aufmerksam gemacht, dafs man sich eines solchen Verfahrens bedienen könne, da, wenn k' die elektromotorische Kraft in dem ungetheilten Strom, k'' und k''' die in seinen beiden Zweigen, ferner r' den Widerstand im ersten, r'' und r''' den in den beiden letzteren bezeichnen, und endlich R die Gröfse $r'r''+r'r'''+r''r'''$ bedeutet, die entsprechenden Intensitäten J', J'', J''' zum Ausdruck erhalten:

$$J' = \frac{(k'-k'')r'''+(k'-k''')r''}{R}$$

$$J'' = \frac{(k''-k')r'''+(k''-k''')r'}{R}$$

$$J''' = \frac{(k'''-k')r''+(k'''-k'')r'}{R}$$

und diese Ausdrücke, wenn $k''=k'''$ gleich wird, auf

$$J''r'''=J'''r''$$

zurückkommen, d. h. auf die Relation, die zwischen den Stromstärken und Widerständen zweier blofs starre Leiter enthaltenden Zweige existirt.

Allein ich habe auch bemerkt, dafs eine strenge Gleichheit von k'' und k''' erfordert werde, und diese ist selbst bei gleichen Flüssigkeiten und gleichen Platten nicht so leicht zu erreichen, wie man wohl glauben möchte. *P.*

engen Glasröhre umgeben war. Unterhalb der weiten Röhre befand sich eine zweite horizontale Platte, deren ähnlich vorgerichteter Stiel in dem Raum zwischen der Röhre und dem Cylinder in die Höhe ging. Die beiden unteren Platten blieben unverrückt, von den oberen dagegen war die eine, durch ihren Stiel, mit einer aufrechten Metallskale verbunden, welche mittelst eines Getriebes eine Hebung oder Senkung derselben, und somit eine Verlängerung oder Verkürzerung der von dem einen Arm des Stroms durchlaufenen Flüssigkeitssäule erlaubte. Dabei wurde angenommen, dafs der aufserhalb der Röhre befindliche Theil der Flüssigkeit nicht vom Strom afficirt werde. Zwei Quecksilbernäpfe, wovon der eine mit der erwähnten Metallskale, der andere mit der galvanischen Kette in Verbindung stand, nahmen den Mefsdraht auf, und waren anfangs, wenn dieser ausgeschlossen blieb, durch einen dicken Kupferbügel verbunden. Die Platten in der Röhre bestanden bei Kupferlösungen beide aus Kupfer; war dagegen die Flüssigkeit von der Natur, dafs eine Wasserzersetzung eintrat, so wurde die untere Platte zur negativen Elektrode gemacht, und von einem leicht oxydirbaren Metall genommen, um den Sauerstoff zu absorbiren und somit dessen Aufsteigen zu verhindern; das Entweichen des Wasserstoffs an der oberen Platte wurde durch eine geringe Neigung derselben begünstigt. In einigen Fällen wandte Hr. B. Platinplatten an, immer aber gebrauchte er nur einen schwachen Strom, damit die Zersetzung der Flüssigkeit unbeträchtlich bliebe.

Der die Quecksilbernäpfe verbindende Draht war von Platin; derselbe wurde mit dem messingenen Rheostatdraht verglichen, und dieser wiederum mit einem ausgeglühten Silberdraht, welcher nun, reducirt auf den Durchmesser der Flüssigkeitssäulen (der $21^{mm},54$ betrug) als Maafs des Leitungsvermögens der Flüssigkeiten diente.

Auf diese Weise wurden folgende Resultate gewonnen:

	Dichtigkeit.	Temperat.	Leitvermögen.
Silber, rein, ausgeglüht		0°,00	100 000 000
Wasser, gesättigt mit schwefels. Kupfer	1,1707	9 ,25	5,42
Wasser, gesättigt mit Chlornatrium bei 9°,5 C.		13 ,40	31,52
Wasser, gesättigt mit salpeters. Kupfer	1,6008	13 ,00	8,995
Wasser, gesättigt mit schwefels. Zink	1,4410	14 ,40	5,77
250 Grm. Wasser und 30 Grm. Jodkalium		12 ,50	11,20
220 Cubiccentm. Wasser und 20 Cubctm. Schwefelsäure mit 1 At. Wasser		19 ,00	88,68
Käufliche Salpetersäure v. 36° B.		13 ,10	93,77
20 Grm. Antimonchlorür, 120 Cubctm. Wasser u. 100 Cubctm. Salzsäure		15 ,00	112,01

Einige dieser Flüssigkeiten wandte Hr. B. in verschiedenen Graden der Verdünnung an, und dabei kam er zu dem Gesetz, dafs, wenn q die Gewichtsmenge des in einem bestimmten Volume gelösten Salzes bezeichnet, das Leitvermögen C oder der Widerstand R der Lösungen zum Ausdruck bekomme:

$$\frac{1}{C} = R = A + \frac{B}{q},$$

worin A und B zwei von Natur des Salzes abhängige Constanten sind.

Er selbst findet aber, dafs es bei der Lösung des salpetersauren Kupferoxyds nur von einem gewissen Grade der Verdünnung an gilt (und zwar mit negativem Vorzeichen von B), dafs es mithin kein allgemeines ist [1]). Nachstehende Details werden diefs erläutern:

1) Dasselbe bestätigen die Versuche von Horsford im vorhergehenden Aufsatz. *P.*

	Salzgehalt in gleichem Volum.	Leitvermögen.
Schwefelsaures Kupferoxyd		
Gesättigte Lösung	1	5,42
– – verdünnt zum 2fach. Volum	$\frac{1}{2}$	3,47
– – – – 4fach. –	$\frac{1}{4}$	2,08
Chlornatrium		
Gesättigte Lösung	1	31,58
– – verdünnt zum 2fach. Volum	$\frac{1}{2}$	23,08
– – – – 3fach. –	$\frac{1}{3}$	17,68
– – – – 4fach. –	$\frac{1}{4}$	13,38
Salpetersaures Kupferoxyd		
Gesättigte Lösung (Dichte =1,6008)	1	8,995
– – verdünnt zum $\frac{3}{2}$fach. Volum	$\frac{2}{3}$	16,208
– – – – 2fach. –	$\frac{1}{2}$	17,073
– – – – 4fach. –	$\frac{1}{4}$	13,443
Salpetersaures Kupferoxyd		
Verdünnte Lösung (Dichte =1,0850)	1	8,979
– – verdünnt zum 2fach. Volum	$\frac{1}{2}$	5,349
– – – – 4fach. –	$\frac{1}{4}$	2,942
– – – – 8fach. –	$\frac{1}{8}$	1,539

IV. Leitvermögen der Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen.

Es diente hiezu der vorige Apparat, in welchem die untersuchten Flüssigkeiten (nur drei an der Zahl) auf zweierlei Temperaturen erwärmt wurden.

	Temperatur.	Leitvermögen.	Zunahme desselben für 1° C.
Schwefels. Kupfer, concentr. Lösung	14°,4 C.	3,88	0,0286
dito dito	56 ,0	8,5	
Schwefels. Zink, conc. Lösung verdünnt mit 4fachem Volum Wasser	20 ,0	3,5	0,0223
dito dito	54 ,4	6,18	
Käufliche Salpetersäure von 36° B.	13 ,1	5,52	0,0263
	40 ,5	9,5	

Der Coëfficient in der letzten Spalte beruht auf der Voraussetzung einer dem Temperaturanwuchs proportionalen Zunahme des Leitungsvermögens [1]).

1) Die Versuche von Hankel (Ann., Bd. 69, S. 255) erschienen erst nach der Veröffentlichung der Abhandlung des Hrn. Becquerel.

P.

Ueber die Spannungsverhältnisse beim elektrischen Nebenstrom; von K. W. Knochenhauer.

(Schluſs von Seite 115.)

Wir gehen nunmehr zu dem Nebenstrom über, der sich in der Strömung befindet. Hierzu blieb der Schliefsungsdraht mit der Batterie genau wie in Fig. 3, Taf. I, und der zweite mit der Mitte Draht wurde mit einem 11 Zoll langen, 1,6 Linien im Durchmesser haltenden kupfernen Bügel geschlossen.

Als bei einem Abstande der beiden Drähte von 1 *d* Funkenmesser bei *H* mit 16° K. eingeschaltet wurde, erhielt die Beobachtungen:

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	21,58	18,56
46,50	21,46	18,45
46,50	21,40	18,39
	Mittel	18,47

Hiernach aus $16 : 25{,}1 + x = 18{,}47 + 2{,}61 : 40{,}00$ die corrigirte Länge des gespannten Drahtes $= 5{,}26$. Als ferner bei gleichen Umständen 12° K. im Funkenmesser wurde folgte:

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	17,92	15,41
46,50	17,92	15,41
46,50	17,86	15,35
	Mittel	15,39

giebt aus $12 : 21{,}1 + x = 15{,}39 + 2{,}61 : 40{,}00$ den Werth $x = 5{,}57$. Im Mittel beider Beobachtungen ist demnach $x = 5{,}415$. — Hierdurch wurde der Funkenmesser bei unverändertem Schliefsungsdrahte zwischen *D* und *G* eingestellt. Die Beobachtungen gaben gleichfalls bei $d = 1$:

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	14,28	12,29
46,50	14,34	12,34
50,00	15,58	12,46
50,00	15,45	12,36
53,50	16,68	12,47
53,50	16,55	12,37
	Mittel	12,38

Rechnet man auch hier ohne 2,61, so ist aus $x = 9{,}1 + x = 12{,}38 : 40{,}00$ der Werth von $x = 4{,}04$, dagegen $x = 5{,}4542$, wenn man 2,61 hinzunimmt. Wie man sieht, pafst nur der letztere Werth, und demnach ist die Spannungsveränderung, welche der in Thätigkeit gesetzte Nebenstrom auf dem Hauptdraht erzeugt, ganz anderer Art, als diejenige, welche vom Hauptstrome auf Drähten, durch die er selbst geht, hervorgebracht wird. So wenig wir auch im Stande sind, jetzt schon anzugeben, welche Veränderungen in den Drähten vorgehen, um zwei so verschiedene Spannungsarten auf sich zu haben, so mufs das Factum doch uns bemerkenswerth seyn, weil es auch in den Angaben des Luftthermometers hervortritt. Die erstere Spannungsveränderung nämlich ist auf den Gesammtwiderstand des Schliefsungsbogens und auf die Zeitdauer der Batterieentladung ganz ohne Einflufs, die andere dagegen ändert diese Verhältnisse so ab, dafs die Summe der im Hauptdrahte und im Nebendrahte frei werdenden Wärme bei constanter Ladung der Batterie constant bleibt, dafs also mit dem Nebenstrom der Hauptstrom jedesmal eine Verzögerung erleidet. — Es blieb hierauf der Funkenmesser zwischen D und G, nur wurde der Abstand des mit dem kupfernen Bügel geschlossenen Nebendrahtes noch auf $2d$, $3d$ und $4d$ geändert. Diefs gab folgende Zahlen:

Distanz der gespannten Drähte $= 2d$.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
39,50	13,24	13,41
39,50	13,24	13,41
43,00	14,47	13,46
43,00	14,47	13,46
46,50	15,65	13,46
46,50	15,58	13,40
	Mittel	13,43

hieraus $x = 6{,}0920$.

Distanz der gespannten Drähte $= 3d$.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
30,50	13,76	13,94
39,50	13,82	14,00
43,00	15,06	14,01
43,00	15,12	14,07
46,50	16,36	14,07
46,50	16,36	14,07
	Mittel	14,03

hieraus $x = 6{,}4822$.

Di-

Distanz der gespannten Drähte $=4d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
39,50	14,09	14,27
39,50	14,41	14,59
43,00	15,58	14,49
43,00	15,39	14,32
46,50	16,63	14,30
46,50	16,57	14,25
	Mittel	14,37

hieraus $x=6{,}7123$.

Bezug auf die Berechnung dieser Data haben die früren Beobachtungen mit dem Luftthermometer ergeben, fs die Gröfse des Nebenstroms im Verhältnifs zum Haupt-om durch die Formel $ab^{\sqrt{d}}$ ausgedrückt wird, worin b nstant und $a=Me$ ist, nämlich e ebenfalls constant und von dem Verhältnifs der compensirten Längen des genannten Nebendrahts und des ihn schliefsenden Bügels abngig; setzt man also den nur vom Abstande d abhängi- Theil $eb^{\sqrt{d}}=n$, so ist die Intensität des Nebenstroms $=Mn$; nimmt man dann weiter an, dafs der Nebenstrom en so auf den Hauptstrom wirke, wie dieser auf sich lbst, übt er also als Einheit genommen eine Kraft $=n$ us, so ist die Wirkung des Nebenstroms auf den Hauptaht $=Mn^2$ und wir müssen die beobachteten Werthe on $x=8{,}05(1-Mn^2)$ setzen. Diefs giebt:

für $d=1$, Mn^2 beob. $=0{,}3225$, ber. $=0{,}3195$
- $d=2$, Mn^2 - $=0{,}2432$, - $=0{,}2433$
- $d=3$, Mn^2 - $=0{,}1948$, - $=0{,}1974$
- $d=4$, Mn^2 - $=0{,}1662$, - $=0{,}1655$.

a $Mn^2=M(eb^{\sqrt{d}})^2$ ist, und M zu $\frac{1}{13}$ angenommen werden kann, in sofern die auf den gebräuchlichen Kupferdraht ompensirte Länge des Bügels etwa 0',7 betragen mag, so ekommt man als die passendsten Werthe für e und b og $b=0{,}85720-1$ und $log\, e=0{,}91237-1$, zwei Werthe, ie mit den früheren Untersuchungen in vollkommener Uebereinstimmung stehen, und somit die Gültigkeit der obigen nnahmen erweisen. — Zur weiteren Bestätigung des vor-

stehenden Factums wurde der auf $1d$ eingestellte Nebendraht statt mit dem kupfernen Bügel mit anderen Drähten geschlossen, wodurch M allein sich änderte. Diese Schliefsungsdrähte waren 1) 8′ K., in welchem Falle $M=\frac{1}{1}$ ist, 2) 4′ Platindraht von 0,081 Lin. Durchmesser, wo $M=\frac{1}{13,7}$ da nach meinen früheren Untersuchungen 4′ Pl. $=5,7$ K. zu setzen sind. 3) 12′ K., wo $M=\frac{2}{5}$ ist. Die Beobachtungen gaben:

1)

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	16,68	14,35
50,00	17,82	14,25
53,50	19,02	14,22
	Mittel	14,27

hieraus $x=6,644$, also $M(eb)^2=0,1747$ und $(eb)^2=0,3494$;

2)

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	15,98	13,75
50,00	17,40	13,92
53,50	18,57	13,89
	Mittel	13,85

hieraus $x=6,363$, also $M(eb)^2=0,2096$ und $(eb)^2=0,3589$.

3)

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	17,01	14,63
46,50	17,20	14,80
46,50	17,14	14,74
	Mittel	14,72

hieraus $x=6,956$, also $M(eb)^2=0,1359$ und $(eb)^2=0,3397$

im Mittel $(eb)^2=0,3493$.

Die vier oben berechneten Versuche liefern $(eb)^2=0,3461$, oder nach der unmittelbaren Beobachtung bei $d=1$ $(eb)^2=0,3493$, zwei, wie man sieht, mit der vorstehenden übereinstimmende Zahlen.

Jetzt wurde der Funkenmesser in den Nebendraht selbst gebracht, indem er D' und G' verband; der Schliefsungsbogen der Batterie blieb wie in Fig. 3, Taf. I. Indem die Abstände der gespannten Drähte von $1d$ bis $4d$ verändert wurden, entstanden folgende Angaben:

a) Abstand $= 1d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
46,50	8,73	7,51
46,50	8,73	7,51
50,00	9,39	7,51
50,00	9,31	7,45
53,50	10,18	7,61
53,50	10,11	7,56
	Mittel	7,53

b) Abstand $= 2d$.

L. d. B.	SW	red. SW.
53,50	8,52	6,37
53,50	8,81	6,59
57,00	9,10	6,39
57,00	9,10	6,39
60,50	10,11	6,68
60,50	9,82	6,49
	Mittel	6,49

c) Abstand $= 3d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
57,00	8,37	5,88
57,00	8,37	5,88
60,50	8,81	5,88
60,50	8,67	5,73
64,00	9,61	6,01
64,00	9,32	5,82
	Mittel	5,87

d) Abstand $= 4d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
67,50	9,10	5,39
67,50	9,17	5,43
71,00	9,74	5,48
71,00	9,53	5,37
74,50	10,26	5,51
74,50	10,11	5,43
	Mittel	5,43

Um die Bedeutung dieser Zahlen zu bekommen, mufs man beachten, dafs der Funkenmesser die SW. angiebt, bei welcher der Funke auf der Gränze steht, sowohl zu erscheinen als auszubleiben; im ersteren Falle stellt sich dann der Nebenstrom her, im anderen kommt er nicht zur Strömung. Nehmen wir nun hinzu, dafs wie der Funke die Luft zwischen den Kugeln durchbrochen hat, sich der Strömung weiter kein Hindernifs entgegenstellt, so kann der erste Durchbruch nur von der Spannung bedingt seyn, die auch besteht, wenn schon kein Funke erscheint und keine Strömung erfolgt, also hier allein von der Spannung, die jener ruhenden Kette zukommt, die wir weiter oben nachgewiesen haben. Unter diesen Umständen sind die Zahlen des Funkenmessers ohne Hinzufügung von 2,61 in Rechnung zu nehmen. Stellen wir sie unter die Form $ab^{\sqrt{d}}$, so finden wir $a = 10{,}382$ und $\log b = 0{,}85800 - 1$. Der letztere Werth pafst zunächst wieder vollkommen, die Bedeutung des ersteren müssen wir dagegen noch aufsuchen. Zum Belege für die Gültigkeit der Rechnung haben wir übrigens:

d	red. SW. beob.	red. SW. ber.
1	7,53	7,49
2	6,49	6,54
3	5,87	5,89
4	5,43	5,40

Um Aufschlufs über a zu erhalten, wurden 4′ K. zuerst vor, dann hinter dem gespannten Drahte in den Schliefsungsbogen der Batterie eingeschaltet. Als hierbei der Nebendraht um $1d$ vom Hauptdrahte abstand, gab der Funkenmesser:

im erstern Fall			im andern Fall		
L. d. B.	SW.	red. SW.	L. d. B.	SW.	red. SW.
60,50	9,10	6,02	60,50	9,10	6,02
60,50	9,31	6,16	60,50	9,31	6,16
60,50	9,24	6,11	60,50	9,24	6,11
	Mittel	6,10		Mittel	6,10

also in beiden Fällen 6,10 statt der früheren Zahl 7,53. Diese Versuche lehren, dafs mit der verkleinerten Spannungsdifferenz auf dem gespannten Hauptdrahte die Spannungsdifferenz auf dem Nebendrahte abnimmt. Nun hat aber bei unverändertem Schliefsungsdrahte der gespannte Theil nach $8{,}05 : 17{,}15 = x : 40{,}00$ eine Spannungsdifferenz $= 18{,}78$, und bei einem um 4′ verlängerten aus $8{,}05 : 21{,}15 = x : 40{,}00$ eine Spannungsdifferenz $= 15{,}22$; ferner verhalten sich $18{,}78 : 15{,}22$ genau wie $7{,}53 : 6{,}10$, demnach ist a proportional zur Spannungsdifferenz auf dem inducirenden Drahte. Nimmt man 18,78 zur Einheit, so findet man $\log a = 0{,}74259 - 1$, einen Werth, der kleiner ist als der gewöhnliche für $\log e$, der aber an den früheren erinnert, wo auf dem Hauptdrahte die Spannungsdifferenz durch Induction sich steigerte. Die folgenden Beobachtungen erläutern den Hergang. Es wurde nämlich bei unverändertem Schliefsungsbogen der Batterie der Nebendraht auf $1d$ eingestellt und mit dem Funkenmesser geschlossen; darauf wurde, um einen kleinen Fehler bei der Einstellung der Distanz $1d$ unschädlich zu machen, die SW. erstens beobachtet, wenn der Nebendraht sonst frei blieb, zweitens wenn er noch aufserdem mit 20′ K. ge-

schlossen, drittens wenn er noch mit 12′ K., und viertens mit 8′ K. geschlossen wurde. In den drei letzten Fällen kam natürlich der Nebenstrom durch den schliefsenden Draht zur Strömung, und zwar im zweiten Falle mit einer Intensität $=\frac{3}{7}$, im dritten mit einer Intensität $=\frac{3}{5}$, im vierten mit einer Intensität $=\frac{1}{2}$; die Beobachtungen am Funkenmesser konnten nur angeben, ob auch in diesen Fällen an den Enden des Nebendrahts eine Spannungsdifferenz zurückblieb. Ich erhielt hier:

Erster Fall.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
46,50	8,88	7,64
46,50	8,95	7,70
46,50	8,88	7,64
	Mittel	7,66

Zweiter Fall.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
53,50	8,09	6,05
53,50	8,02	5,99
53,50	8,02	5,99
	Mittel	6,01

Dritter Fall.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
60,50	7,73	5,11
60,50	7,73	5,11
60,50	7,66	5,07
	Mittel	5,10

Vierter Fall.

L. d. B.	SVV.	red. SVV.
74,50	8,23	4,42
74,50	8,02	4,31
74,50	8,16	4,38
	Mittel	4,37

Die Betrachtung dieser Beobachtungen lehrt sogleich, dafs die Spannung der Kette im Nebendraht um desto stärker absorbirt wird, je gröfser die Intensität ist, welche der wirklich strömende Nebenstrom erlangt, denn die Kette behält gerade noch so viele Spannung zurück, als dem Theile entspricht, der nicht durch die Strömung vertilgt wird. Man hat nämlich:

für den ersten Fall $7,66$

\- - zweiten Fall $6,01 = \frac{8,41 \times 5}{7}$

\- - dritten Fall $5,10 = \frac{8,50 \times 3}{5}$

\- - vierten Fall $4.37 = \frac{8,74 \times 1}{2}$.

Da die Zahlen 7,66, 8,41, 8,50, 8,74 nach und nach wachsen, so mufs offenbar die erregte Spannung, je gröfser sie

ist, sich desto mehr zurückstemmen, wie dieſs auch kaum anders erwartet werden kann. Wir wollen daher diese Zahlen zunächst auf den erregenden Hauptstrom als Einheit zurückführen, da die Spannungsdifferenz des inducirenden Drahtes wegen des stattfindenden Nebenstroms sich nicht gleich bleibt. Nach den früheren Angaben ist aber die Spannungsdifferenz für den ersten Fall 18,78, für den zweiten 17,72, für den dritten 17,28, für den vierten 16,87, hiemit bekommen wir für die vier Fälle die Verhältnifszahlen 0,4079, 0,4746, 0,4919, 0,5181. Stellen wir diese Zahlen unter die Formeln $x=0{,}4079\,(1+p)$, $x=0{,}4746\,(1+\frac{3}{4}\frac{5}{9}p)$, $x=0{,}4919\,(1+\frac{9}{2}\frac{9}{5}p)$, $x=0{,}5181\,(1+\frac{1}{4}p)$, indem x die Spannungsdifferenz des Nebenstroms angiebt, die hervortreten müfste, wenn nicht ein zum Quadrate der vorhandenen Spannung stehendes Zurückstemmen stattfände, so bekommen wir $x=0{,}5655$ und $p=0{,}3864$, so dafs die beobachteten Spannungsdifferenzen sich der Reihe nach zu 7,66, 5,98, 5,14, 4,35 berechnen. Der hier gefundene Werth von x stimmt wieder vollkommen mit dem Werthe von n'' überein, den oben die Spannung der Kette auf dem Hauptdrahte selbst bei conträrer Strömung in den beiden gespannten Drähten geliefert hatte. Man sieht also hieraus, dafs der gleiche Grund eines Aufstemmens dort auch den Werth von n' verringert.

Ueberblicken wir jetzt die gefundenen Resultate, so können wir über die Entstehung des elektrischen Nebenstroms sicher Folgendes angeben. Sobald dem Entladungsstrome der Batterie ein Draht genähert wird, erregt er vermöge seiner freien Spannung in ihm eine Kette, an deren Enden elektrische Spannung hervortritt; er formirt diesen Draht gewissermafsen zu einer Batterie um, die an dem vorderen Ende des Drahtes positive, am anderen negative Elektricität hat. Bleibt der Nebendraht ungeschlossen, so bleibt diese Kette gespannt, ohne Einwirkung auf den Hauptdraht zu zeigen; wird er dagegen durch einen anderen Draht geschlossen, so findet eine Entladung in dem Maafse statt, als es das schon früher angegebene Verhältnifs der com-

pensirten Längen beider Theile des Nebendrahtes gestattet; aber mit jeder neuen Entladung bringt auch der Hauptstrom eine neue Ladung zuwege, so dafs die Kette immer in dem Verhältnifs geladen bleibt, als die erregende Kraft nicht zur Strömung absorbirt wird. Der Nebenstrom begleitet deshalb den Hauptstrom continuirlich, er währt mit ihm gleiche Zeit und unterscheidet sich eben dadurch wesentlich von dem galvanischen Nebenstrome, der nur beim Beginn und Aufhören des inducirenden Stromes hervortritt. Die nebenstromerregende Kraft des Hauptstromes steht ferner unter denselben Gesetzen, nach welchen von freier Elektricität die ihr entgegengesetzte gebunden wird; bei der Entfernung d (nach 3 Par. Lin. als Einheit gemessen) des inducirenden und inducirten Drahtes von einander ist die erregende Kraft $= e\,b^{\sqrt{d}}$, worin $\log e$ ungefähr $= 0{,}90000 - 1$ und $\log b = 0{,}85000 - 1$ ist. Merkwürdig ist es, dafs die Versuche mit dem Funkenmesser wieder genau denselben Werth für $\log b$ geben, wie die Beobachtungen mit der Coulomb'schen Drehwage, wogegen die Messungen mit dem Luftthermometer etwas kleinere Zahlen geliefert hatten. Ich glaube, dafs die Differenz in der Bestimmung der compensirten Drahtlängen liegt, deren Verhältnifs gegen einander, weil bei Beobachtungen mit dem Luftthermometer immer feine Drähte mit stärkeren combinirt werden, nicht für verschiedene Abstände d ganz unverändert bleiben mag.

Obschon die früheren Versuche über Spannungsverhältnisse eine Mifslichkeit bei Anwendung feinerer Drähte darin nachgewiesen hatten, dafs bei einer Batterie aus wenigen Flaschen und bei geringen Ladungen sich kleinere SW. am Funkenmesser herausstellen, als verlangt werden, so mochte ich doch den Gebrauch feinerer Drähte nicht gern ganz übergehen, weil die mit dem Luftthermometer angestellten Beobachtungen einige besondere Gesetze für dieselben ergeben hatten. In der That zeigte sich der berührte Uebelstand, zum Theil in noch stärkerem Maafse,

indefs ist der Werth der Beobachtungen, wie ich gl doch von einigem Belange, so dafs ich sie hier zum Schl mitzutheilen mir erlaube. Der Schliefsungsbogen der terie blieb wie in Fig. 3, Taf. I, und als Nebend wurde ein feiner Stahldraht von 8',05 Länge und 0, Linien Durchmesser ausgespannt. Als der Funkenme denselben schlofs, gab er folgende Zahlen.

Abstand der Drähte $= 1d$.

Zahl d. Flaschen in der Batterie.	Ladung der Batterie.	Schlagweite.	reducirte Schlagweite.
2	43,00	7,81	7,27
2	43,00	7,95	7,39
2	43,00	7,95	7,39
			Mittel 7,35
2	46,50	8,95	7,70
2	46,50	8,95	7,70
2	46,50	8,81	7,58
			Mittel 7,66
2	53,50	10,74	8,03
2	53,50	10,81	8,08
2	53,50	10,81	8,08
			Mittel 8,06
3	43,00	8,37	7,79
3	43,00	8,37	7,79
3	43,00	8,37	7,79
			Mittel 7,79
3	53,50	11,10	8,30
3	53,50	11,24	8,40
3	53,50	11,17	8,35
			Mittel 8,35

Abstand der Drähte $= 2d$.

2	50,00	7,58	6,06
2	50,00	7,65	6,12
2	50,00	7,65	6,12
			Mittel 6,10
2	53,50	8,44	6,31
2	53,50	8,66	6,47
2	53,50	8,37	6,26
			Mittel 6,35

Zahl d. Flaschen in der Batterie.	Ladung der Batterie.	Schlagweite.	reducirte Schlagweite.
2	60,50	9,60	6,35
2	60,50	9,60	6,35
2	60,50	9,81	6,49
			Mittel 6,40
	Abstand der Drähte $=3d$		
2	60,50	8,16	5,40
2	60,50	8,23	5,44
2	60,50	8,44	5,58
			Mittel 5,47
2	67,50	9,68	5,74
2	67,50	9,68	5,74
2	67,50	9,75	5,78
			Mittel 5,75
	Abstand der Drähte $=4d$.		
2	67,50	8,30	4,92
2	67,50	8,30	4,92
2	67,50	8,37	4,96
			Mittel 4,93
2	74,50	9,25	4,97
2	74,50	9,18	4,93
2	74,50	9,39	5,04
			Mittel 4,98

e man sieht, sind die SW. vom Funkenmesser ziemlich inderlich. Nimmt man diejenigen Werthe zusammen, die nicht red. SW. bei einer Batterie von zwei Fla- n nahe gleich grofs ist, so bekommt man:

d.	red, SW. beob.	red. SW. ber.
1	7,35	7,33
2	6,20	6,22
3	5,47	5,48
4	4,93	4,92

h der Formel red. $SW. = a\,b^{\sqrt{d}}$ nämlich berechnet, ist $b = 0{,}82680 - 1$ und $a = 10{,}9265$. Hiernach scheint b etwas kleiner zu werden, wie diefs auch die Beob- ungen am Luftthermometer gegeben hatten. — Als fer- der Nebendraht mit dem kupfernen Bügel geschlossen

wurde, gab der in den Hauptdraht zwischen D und G eingeschaltete Funkenmesser bei einer hier zureichenden Batterie von zwei Flaschen.

Abstand der Drähte $=1d$.

L. d. B.	S W.	red. S W.
39,50	13,31	13,47
39,50	13,37	13,53
39,50	13,31	13,47
46,50	15,71	13,51
46,50	15,71	13,51
46,50	15,84	13,62
	Mittel	13,52

Abstand der Drähte $=4d$.

L. d. B.	S W.	red. S W.
39,50	14,54	14,72
39,50	14,73	14,91
39,50	14,66	14,84
46,50	17,14	14,75
46,50	17,20	14,80
46,50	17,20	14,80
	Mittel	14,80

Die erste Beobachtung bestimmt die compensirte Länge x des gespannten Drahtes $=6{,}1492$ und daraus $M'(eb)^2 = 0{,}2361$, die andere $x=7{,}0133$ und daraus $M'(eb^2)^2 = 0{,}1288$. Vergleicht man diese Zahlen mit den obigen für $M(eb)^2$ und $M(eb^2)^2$ bei stärkeren Drähten, nämlich mit 0,3225 und 0,1662, so ist ihr Verhältnifs wie 1 : 1,366 und 1 : 1,291, im Mittel wie 1 : 1,328; es hat sich also die Stärke des Nebenstroms verkleinert und damit seine Rückwirkung auf den Hauptdraht. Nach den Beobachtungen mit dem Luftthermometer fanden wir aber auch, dafs e bei feinen Nebendrähten in dem Maafse kleiner wird, als ihre compensirte Länge gröfser ausfällt, dafs sie dagegen in der Hauptleitung als inducirend angewandt auf stärkere Drähte mit unverändertem e einwirken. Wenn jetzt die directe Beobachtung mit dem Funkenmesser bei einer Batterie aus drei Flaschen, als derselbe den Stahldraht schlofs und in den Schliefsungsbogen noch 9,7 Fufs K. eingingen, folgende Zahlen gab:

L. d. B.	S W.	red. S W.
46,50	21,33	18,35
46,50	21,46	18,46
		Mittel 18,40

und daraus die compensirte Länge des Stahldrahts $=10{,}73$ folgt, so müssen wir $M'(eb)^2$ in $M'.\frac{8{,}05}{10{,}73}(eb)^3$ und eben

also $M'(eb^2)^2$ in $M'\frac{8{,}05}{10{,}73}(eb^2)^2$ umschreiben, und finden dann die Verhältnifszahl gegen $M(eb)^2$ und $M(eb^2)^2$, da $M=\frac{8{,}05}{8{,}72}$ angenommen sich für M' der Werth $\frac{10{,}73}{11{,}40}$ ergiebt, wie 1 : 1,307, was mit den Beobachtungen hinreichend übereinstimmt, und demnach die Gültigkeit des mit dem Luftthermometer gefundenen Gesetzes verbürgt.

Damit indefs die eben ermittelten Facta nicht auf Rechnung des vergröfserten Leitungswiderstandes gesetzt werden mögen, wurde als Nebendraht noch ein feiner Kupferdraht von 8',05 Länge und 0,104 Linien Durchmesser genommen. Der Hauptdraht blieb unverändert und der Funkenmesser befand sich bei einer Batterie von zwei Flaschen im Nebendrahte. Es ergab sich:

Abstand der Drähte $=1d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
39,50	8,01	8,11
39,50	8,15	8,25
39,50	8,08	8,18
	Mittel	8,18
46,50	9,89	8,51
46,50	9,89	8,51
46,50	9,89	8,51
	Mittel	8,51
53,50	11,54	8,63
53,50	11,61	8,68
53,50	11,47	8,57
	Mittel	8,63

Abstand der Drähte $=4d$.

L. d. B.	SW.	red. SW.
67,50	9,38	5,57
67,50	9,38	5,57
67,50	9,24	5,48
	Mittel	5,54
74,50	10,59	5,68
74,50	10,59	5,68
74,50	10,45	5,61
	Mittel	5,66

Setzt man red. SW. bei $1d=8{,}56$ und bei $4d=5{,}66$, welche Werthe ungefähr zu gleicher beobachteten SW. gehören mögen, so ist $log\ b=0{,}82035-1$, also wieder kleiner als gewöhnlich. — Als Rückwirkung auf den Hauptdraht gab der mit dem Bügel geschlossene Nebendraht.

Abstand $=1d$.			Abstand $=4d$		
L. d. B.	SW.	red. SW.	L. d. B.	SW.	red. SW.
39,50	12,85	13,01	39,50	14,54	14,72
39,50	12,85	13,01	39,50	14,54	14,72
39,50	12,91	13,07	39,50	14,48	14,66
	Mittel	13,03		Mittel	14,70

Auch hier ist, da $x=5{,}8433$ und bei $4d=6{,}9423$ ist, die rückwirkende Kraft nur 0,2741 und 0,1376, also gegen früher im Verhältnifs von 1 : 1,1766 und 1 : 1,2080, im Mittel wie 1 : 1,192 verringert. Die Beobachtungen geben aber die compensirte Länge des feinen Kupferdrahtes $=9'{,}57$, weshalb der Nebenstrom im Verhältnifs von 1 : 1,174 vermindert seyn mufs. Also auch hier die Bestätigung des nach den Beobachtungen mit dem Luftthermometer zuerst aufgestellten Gesetzes.

Meiningen, Juni 1846.

VII. *Ein neuer Ausdruck des Hauptsatzes der Dioptrik; von Ferd. Minding,*

Professor zu Dorpat [1]).

Das allgemein bekannte Gesetz der einfachen Brechung der Lichtstrahlen läfst sich auf einen Ausdruck bringen, welcher für die Anwendung oft bequemer ist als der gewöhnliche, weil er die beiden für den gebrochenen Strahl nöthigen Bestimmungen in einer einzigen Gleichung zusammenfafst. Dieser Ausdruck ist folgender:

Der Cosinus der Neigung des verlängerten einfallenden Strahles gegen irgend ein beliebig auf der Gränzfläche des brechenden Mittels vom Einfallspunkte aus gezogenes Linearelement steht zu dem Cosinus der Neigung des gebrochenen Strahles gegen dasselbe Linearelement in einem beständigen Verhältnisse, nämlich dem bekannten Brechungsverhältnisse.

1) *Bullet. phys.-math. de l'acad. de St. Petersb., T. V, p.* 113.

Der Beweis ist sehr einfach. Um den Einfallspunkt O beschreibe man eine Kugelfläche, welche von dem über O hinaus verlängerten einfallenden Strahle in A, von dem gebrochenen Strahle in B, von dem Einfallslothe in N getroffen werde (Fig. 1, Taf. II [1]), so liegen die Punkte N, A, B in einem gröfsten Kreise, so dafs $\sin BN = n . \sin AN$, wenn n das Brechungsverhältnifs ist. Man verlängere den Bogen NB bis C, so dafs NC ein Quadrant sey. Ein auf der Gränzfläche des brechenden Mittels von O aus gezogenes Linearelement treffe, in gerader Richtung verlängert, die Kugelfläche in D, so ist ND ein Quadrant, oder N der Pol des Kreises DC. Da nun $\cos BC = n . \cos AC$ und $\cos BD = \cos BC . \cos CD$, $\cos AD = \cos AC . \cos CD$, so ist auch:

$$\cos BD = n . \cos AD, \text{ w. z. b. w.}$$

Die Verbindung des gebrochenen Strahles mit dem einfallenden wird daher durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$\cos\alpha' dx + \cos\beta' dy + \cos\gamma' dz = n[\cos\alpha dx + \cos\beta dy + \cos\gamma dz] \quad (1)$$

in welcher α, β, γ die Neigungen des einfallenden α', β', γ', die des gebrochenen Strahles gegen die drei Axen, x, y, z die Coordinaten des Einfallspunktes O sind. Führt man in diese Gleichung noch den Differentialausdruck der Gränzfläche ein, nämlich $dz = p\,dx + p'dy$, so zerfällt sie in zwei andere, indem jeder der Coëfficienten von dx und von dy für sich verschwinden mufs. Welche von den beiden Auflösungen dieser Gleichungen gewählt werden müsse, ist leicht zu entscheiden.

Im 14. Bande der Annalen von Gergonne findet sich eine Abhandlung vom Herausgeber: *Propriétés générales des faisceaux lumineux*, worin hauptsächlich ein von Malus und Dupin gefundener Satz bewiesen wird, nach welchem Strahlen, die eine senkrechte Schneidungsfläche haben, auch nach beliebigen Brechungen diese Eigenschaft behalten, welchem Satze Hr. Gergonne noch den hinzufügt, dafs wenn die einfallenden Strahlen auf einer Fläche senkrecht stehen, die Wirkung beliebig vieler Brechungen immer durch

1) Wird dem nächsten Heft beigegeben. *P.*

eine einzige Brechung, und zwar auf unendlich viele Arten ersetzt werden kann.

Die Beweise dieser Sätze erfordern in jener Abhandlung einen nicht geringen Rechnungsaufwand, bis endlich am Schlusse eine Gleichung hervorgeht (bezeichnet mit (φ), S. 182), welche gerade den oben aufgestellten Ausdruck des Brechungsgesetzes enthält, deren einfache geometrische Bedeutung aber nicht bemerkt worden, und eben deshalb auch für die folgenden Bearbeiter der Dioptrik verloren gegangen ist. Wird dieser Ausdruck an die Spitze gestellt, so folgt der Satz von **Dupin** sogleich.

Es seyen u, v, w die Coordinaten eines Punktes des einfallenden, u', v', w' die eines Punktes des gebrochenen Strahles, x, y, z wie bisher die Coordinaten des Einfallspunktes, q und q' Abschnitte der beiden Strahlen, nämlich

$$q^2 = (x-u)^2 + (y-v)^2 + (z-w)^2,$$
$$q'^2 = (x-u')^2 + (y-v') + (z-w')^2,$$

so ist $q \cos\alpha = x-u$, u. s. f., daher verwandelt sich die Gleichung 1 in folgende:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{1}{q'}\left[(x-u')dx + (y-v')dy + (z-w')dz\right] \\ &= \frac{n}{q}\left[(x-u)dx + (y-v)dy + (z-w)dz\right] \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Haben nun die einfallenden Strahlen eine senkrechte Schneidungsfläche, und bezieht man u, v, w auf die Punkte derselben, so ist:

$$(x-u)du + (y-v)dv + (z-w)dw = 0,$$

daher:

$$\begin{aligned} &(x-u)dx + (y-v)dy + (z-w)dz \\ &= (x-u)(dx-du) + (y-v)(dy-dv) + (z-w)(dz-dw) = qdq \end{aligned}$$

und:

$$\frac{1}{q'}\left[(x-u')dx + (y-v')dy + (z-w')dz\right] = ndq \quad \ldots (3$$

In diesen Gleichungen sind z, u, v, w als gegebene Functionen von x und y anzusehen. Man setze:

$$dz = pdx + p'dy,$$

und bestimme u', v', w' durch die Gleichungen:

$$\frac{x-u'+p(z-w')}{q'}=n\frac{x-u+p(z-w)}{q},$$

$$\frac{y-v'+p'(z-w')}{q'}=n\frac{y-v+p'(z-w)}{q},$$

$$q'=nq+Const.,$$

ist (u', v', w') ein Punkt des gebrochenen Strahles, nd man hat $dq'=ndq$, oder:

$$\frac{1}{q'}\Big[(x-u')(dx-du')+(y-v')(dy-dv')+(z-w')(dz-dw')\Big]=ndq,$$

glich durch Vergleichung mit (3):

$$(x-u')du'+(y-v')dv'+(z-w')dw'=0,$$

h. die so bestimmten Werthe von u', v', w' gehören er senkrechten Schneidungsfläche der gebrochenen Strahn, w. z. b. w.

Was den zweiten von Hrn. Gergonne hinzugefügten atz betrifft, so bedient sich der Verfasser zum Beweise esselben eben jener von ihm durch analytische Verwandungen erhaltenen Gleichung (φ), indem er nachweist, dafs ieselbe integrabel ist, wenn den einfallenden, und mithin uch den gebrochenen Strahlen eine senkrechte Schneidungsläche zukommt. Das Integral dieser Gleichung ist kein nderes als die vorige Gleichung:

$$q'=nq+Const.,$$

nd der Satz selbst ergiebt sich unmittelbar aus dem Vorergehenden wie folgt:

Sind $f(uvw)=0$ und $\varphi(u'v'w')=0$ die Gleichungen weier Flächen, welche als senkrechte Schneidungsflächen weier Strahlensysteme angesehen werden, und eliminirt an die sechs Gröfsen u, v, w, u', v', w' aus den folgenen sieben Gleichungen:

$$f(uvw)=0,\quad \frac{x-u}{\frac{df}{du}}=\frac{y-v}{\frac{df}{dv}}=\frac{z-w}{\frac{df}{dw}};$$

$$\varphi(u'v'w')=0,\quad \frac{x-u'}{\frac{d\varphi}{du'}}=\frac{y-v'}{\frac{d\varphi}{dv'}}=\frac{z-w'}{\frac{d\varphi}{dw'}};$$

$$\sqrt{(x-u')^2+(y-v')^2+(z-w')^2}=n\sqrt{(x-u)^2+(y-v)^2+(z-w)^2}+Const.,$$

so drückt die hierdurch entstehende Gleichung zwischen x, y, z, in welcher die Constante ganz beliebig bleibt, die Gränzfläche des brechenden Mittels aus, welche geeignet ist, das erste Strahlensystem durch Brechung in das zweite zu verwandeln. Sollen z. B. Strahlen aus einem Punkte (abc) wieder in einen Punkt $(a'b'c')$ vereinigt werden, so erhält man für die dazu erforderliche Gränzfläche des brechenden Mittels sogleich:

$$q' = nq + Const.,$$

oder:

$$\sqrt{(x-a')^2+(y-b')^2+(z-c')^2} = n\sqrt{(x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2} + Const.$$

wie bekannt.

Die Einfachheit dieser Herleitungen läfst nicht bezweifeln, dafs der obige Ausdruck des Brechungsgesetzes mit Nutzen in die Darstellungen der analytischen Dioptrik eingeführt werden würde.

VIII. *Ueber die Gleichungen für das unter der Wirkung des Magnetismus stehende Licht;* von G. B. Airy.

(*Phil. Mag., Ser. III, Vol. XXVIII, p.* 469.)

Durch die Güte des Hrn. Faraday bin ich im Stande gewesen, die Drehung der Polarisationsebene des Lichts, welches durch Borsäure-Glas oder ein anderes Mittel geht, während es unter der Wirkung magnetischer, nahezu seine Richtung besitzender Ströme steht, in der genügendsten Weise zu beobachten. Besonders habe ich mich von der sehr merkwürdigen Thatsache überzeugt, dafs wenn dem Licht entgegengesetzte Richtung gegeben wird, während die magnetische Vorrichtung dieselbe bleibt, die Polarisationsebene, in Bezug auf den Raum, dieselbe Aenderung in der Lage erleidet, oder, in Bezug auf die Ausdrücke »Drehung zur

zur Rechten, Drehung zur Linken«, gegen das Auge des Beobachters entgegengesetzte Aenderungen in der Lage erfährt.

Erwägt man die wichtige Thatsache, dafs diese Aenderung sonst nicht von einem durchsichtigen Körper hervorgebracht wird, so scheint es unmöglich der Ansicht zu widerstehen, dafs die Wirkung auf das Licht mittelbar, durch den Einfluſs der magnetischen Kräfte auf den durchsichtigen Körper, erzeugt wird. Der Gegenstand dieser Mittheilung ist, anzugeben, wie meiner Meinung nach die Form der mathematischen Gleichungen für die Bewegungen der Theilchen des Glases u. s. w. oder des darin enthaltenen Aethers beschaffen seyn mufs, um die Erscheinungen nach mechanischen Gesetzen zu erklären.

Um meine sehr unvollkommene Muthmafsung zu rechtfertigen, halte ich für gut, meine Meinung über den gegenwärtigen Zustand der optischen Theorie und über verschiedene Bestrebungen auszusprechen, die, ungeachtet sie zu nichts Conclusiven führten, doch zu den wirklich intellectuellen Fortschritten der Wissenschaft beigetragen haben.

An der Richtigkeit der Undulationstheorie, als geometrischen Darstellung des Lichts durch Undulationen mit transversalen Vibrationen, deren Zerfällung in gegen einander winkelrechten Vibrationen die Polarisation ausmacht, hege ich nicht den leisesten Zweifel. Diese Vibrationen, auf welche Weise sie auch anfänglich erzeugt seyn mögen, werden meines Dafürhaltens fortgepflanzt nach mechanischen Gesetzen durch die Anziehungs- oder Abstofsungskräfte der Theilchen des Mediums, oder der des angenommenen Aethers, oder der beider vereint. Allein ich kenne keine mechanische Theorie, der ich grofse Wichtigkeit oder unbedenklichen Glauben beimäfse. Defsungeachtet glaube ich, dafs die Ausarbeitung und Veröffentlichung dieser mechanischen Theorien vortheilhaft für die Wissenschaft gewesen ist, indem dadurch gezeigt ward, dafs mechanische Gesetze *im Stande seyn können* Effecte zu erklären, die nie zuvor mechanischen Gesetzen zugeschrieben wurden. Für

die Fortschritte des Verständnisses ist es sehr wichtig gewesen zu zeigen, dafs eine Veränderung von Geschwindigkeiten, als abhängig von der Periode der Oscillationen, mechanisch möglich sey; und eben so wichtig ist es gewesen, die mechanische Möglichkeit transversaler Vibrationen und die der Trennung verschieden polarisirter Strahlen in Krystallen nachzuweisen. Ich glaube nicht, dafs eine der mechanischen Erklärungen vollkommen sey, wohl aber dafs apriorische Schwierigkeiten entfernt worden sind, und jetzt viele Aussicht vorhanden ist, das Ganze auf eine mechanische Erklärung zurückzuführen.

In einigen Fällen hat die mechanische Theorie beim ersten Schritt gestockt, wie z. B. bei den sehr merkwürdigen Gleichungen, die vom Prof. Mac Cullagh als Repräsentationen der charakteristischen Erscheinungen des Quarzes aufgestellt worden sind. Es war hier wichtig zu zeigen, dafs dadurch selbst die Möglichkeit einer Zurückführung dieser anomalen Thatsachen auf mechanische Gesetze eröffnet worden sey. Die Hypothese, welche Gegenstand dieses Aufsatzes ausmacht, ist von gleicher Art wie die des Prof. Mac Cullagh.

Um die Drehung der Polarisationsebene auf Gesetze zurückzuführen, werde ich dem Beispiele Fresnel's folgen, nämlich annehmen, dafs linear-polarisirtes Licht betrachtet werden könne als zusammengesetzt aus zwei circularpolarisirten Bündeln, einem rechts und einem links circulirenden, und dafs die Drehung der Ebene durch einen Unterschied in den Geschwindigkeiten dieser beiden Bündel hervorgebracht werde. Und diefs ist, wie ich bei dieser Gelegenheit bemerken will, der einfachste Weg die Veränderung zu begreifen, wenigstens in Fällen wie dem des Quarzes u. s. w., und dem in Rede stehenden, wo bei jeglicher Lage der Polarisationsebene die nämliche Aenderung bewirkt wird (eine Thatsache, die Hr. Faraday auf mein Ersuchen sorgfältig festgestellt hat). Obgleich eine ebene Schwingung sich leichter auffassen läfst, wenn die Schwingungsebene unmittelbar auf die Reflexionsebene bezogen

wird, so ist doch die Vorstellung zweier circularer Schwingungen leichter, wenn die Ebene der zusammengesetzten Schwingung keinen Bezug hat zu irgend einer Ebene in dem Apparat, wirklich vollkommen willkührlich ist.

Sey nun x_1 in der Richtung gemessen, in welcher das Licht beim ersten Versuch sich fortpflanzen möge, x_2 in der entgegesetzten oder in der Richtung, in welcher das Licht sich bewegt, wenn, bei ungeänderter magnetischer Vorrichtung, die relativen Lagen des Polarisators und Analysirers vertauscht werden. Mögen diese horizontal liegen. Sey y_1 horizontal gemessen gegen die Rechte in Bezug auf die Bahn des Lichts beim ersten Versuch, y_2 ebenfalls gegen die Rechte aber in Bezug auf die Bahn des Lichts beim zweiten Versuch oder entgegengesetzt zu y_1, endlich z vertical in einer bei beiden Versuchen gemeinschaftlichen Richtung.

Um dann für den ersten Versuch die Verschiebung der Theilchen desjenigen circular polarisirten Strahls vorzustellen, worin dieselben, von der Lichtquelle aus gesehen, in umgekehrter Richtung wie ein Uhrzeiger circuliren, und alle, welche ursprünglich in gerader Linie lagen, eine rechtsgewundene Schraubenlinie bilden (welchen Strahl ich den No. 1 nennen will) hat man, wenn τ die Schwingungsdauer, v'_1 die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle, Y'_1 und Z'_1 die Verschiebung in Richtung von y_1 und z bedeuten, die Ausdrücke:

$$Y'_1 = a.cos\,\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_1}{v'_1}\right)$$

$$Z'_1 = a.sin\,\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_1}{v'_1}\right).$$

In ähnlicher Weise wird für den ersten Versuch die Verschiebung der Theilchen in demjenigen Strahl, welcher entgegengesetzt circular polarisirt ist, oder in welchen sie, von der Lichtquelle aus gesehen, nach Art eines Uhrzeigers circuliren (welcher Strahl der No. II heifsen mag), ausgedrückt durch:

$$Y''_1 = b \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_1}{v''_1}\right)$$

$$Z''_1 = -b \sin \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_1}{v''_1}\right).$$

Beim zweiten Versuch müssen wir, um den Strahl No. I vorzustellen, combiniren:

$$Y'_2 = a \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_2}{v'_2}\right)$$

$$Z'_2 = a \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_2}{v'_2}\right)$$

und um den Strahl No. II vorzustellen:

$$Y''_2 = b \cdot \cos \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_2}{v''_2}\right)$$

$$Z''_2 = -b \cdot \sin \frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x_2}{v''_2}\right).$$

Und was sehr wichtig zu bemerken ist: es müssen auf alle diese Verschiebungen dieselben mechanischen Gleichungen *bezogen auf dieselben Richtungen im absoluten Raum* angewendet werden.

Für gewöhnliche Krystalle oder Flüssigkeiten, welche die Eigenschaft besitzen, die Polarisationsebene, in Bezug auf das Auge des Beobachters, in derselben Richtung zu drehen, der Strahl mag auf der einen oder andern Seite eintreten, sind mechanische Gleichungen aufzusuchen, welche das Resultat ergeben, dafs in beiden Fällen die Geschwindigkeit des Strahles No. I gröfser ist als die des Strahles No. II (oder *umgekehrt*), so dafs wenn v'_1 gröfser als v''_1 ist, auch v'_2 gröfser als v''_2 seyn mufs. Allein in dem vom Magnetismus afficirten Glase mufs, wenn beim ersten Versuch die Geschwindigkeit des Strahles No. I gröfser ist als die des Strahles No. II, beim zweiten Versuch die Geschwindigkeit des Strahles No. I kleiner seyn als die des Strahles No. II, oder wenn v'_1 gröfser ist als v''_1, mufs v'_2 kleiner als v''_2 seyn.

Nun ist die Gleichung, welche aus jeder die Fortpflanzung der Wellen erklärenden mechanischen Voraussetzung hergeleitet wird, von der Form:

$$\frac{d^2Y}{dt^2} = A.\frac{d^2Y}{dx^2}$$
$$\frac{d^2Z}{dt^2} = A.\frac{d^2Z}{dx^2}.$$

Und wahrscheinlich ist, dafs diese Gleichungen, bei Zuz eines kleinen Gliedes zu jeder, den Geschwindigkeitsterschied der Strahlen No. I und No. II erklären wird.

Prof. Mac Cullagh hat dargethan [1]), dafs die Gleiungen:

$$\frac{d^2Y}{dt^2} = A.\frac{d^2Y}{dx^2} + B\frac{d^3Z}{dx^3}$$
$$\frac{d^2Z}{dt^2} = A.\frac{d^2Z}{dx^2} - B\frac{d^3Y}{dx^3}$$

sen Unterschied erklären würden. Ich mufs hier bemern, dafs in dem letzten Gliede auf der zweiten Seite der eichung jeder Differentialquotient von ungerader Ordng hingereicht haben würde, die allgemeine Thatsache s Geschwindigkeitsunterschiedes zu erklären. Allein Prof. ac Cullagh wählte die dritte Ordnung, um den Ausuck für den Geschwindigkeitsunterschied bei verschieden rbigen Strahlen mit der durch Versuche festgestellten Thatche zu vereinbaren.

Es ist jedoch nöthig zu untersuchen, ob, wenn diese nnahme v'_1 gröfser als v''_1 macht, sie auch v'_2 gröfser v''_2 mache. Zu dem Ende müssen wir die verschiedeen Ausdrücke verwandeln in solche, die für dieselben oordinaten gelten. Sey

$$x_1 = x\ ,\ x_2 = -x\ ;\ y_1 = y\ ,\ y_2 = -y,$$

rner beim ersten Versuch:

$$Y'_1 = Y'\ ,\ Y''_1 = Y''\ ;\ Z'_1 = Z'\ ,\ Z''_1 = Z''$$

id beim zweiten:

$$Y'_2 = -Y'\ ,\ Y''_2 = -Y''\ ;\ Z'_2 = Z'\ ,\ Z''_2 = Z'',$$

ist beim ersten Versuch für den Strahl No. I:

[1]) In einer Abhandlung in den *Transact. of the Roy. Irish Acad., Vol. XVII, p.* 461, die in einem der nächsten Ergänzungshefte mitgetheilt werden wird. *P.*

$$Y' = a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v'_1}\right)$$

$$Z' = a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v'_1}\right)$$

und Prof. Mac Cullaghs Gleichungen werden:

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2}a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v'_1}\right) = -A\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v'_1}\right)^2 a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v'_2}\right)$$
$$+B\frac{8\pi^3}{\tau^3}\left(\frac{1}{v'_1}\right)^6 a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v'_1}\right)$$

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2}a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v'_1}\right) = -A\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v'_1}\right)^2 a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v'_1}\right)$$
$$+B\frac{8\pi^3}{\tau^3}\left(\frac{1}{v'_1}\right)^3 a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v'_1}\right)$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v'_1)^2 = \frac{A}{1+B\frac{2\pi}{\tau}\left(\frac{1}{v''_1}\right)^3}.$$

Eben so hat man für den Strahl No. II:

$$Y'' = b.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v''_1}\right)$$

$$Z'' = -b.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v''_1}\right)$$

und die Gleichungen werden:

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2}b.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v''_1}\right) = -A.\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v''_1}\right)^2 b.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v''_1}\right)$$
$$-B.\frac{8\pi^3}{\tau^3}\left(\frac{1}{v''_1}\right)^3 b.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v'_1}\right)$$

$$+\frac{4\pi^2}{\tau^2}b.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v''_1}\right) = +A.\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v''_1}\right)^2 b.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v''_1}\right)$$
$$+B.\frac{8\pi^3}{\tau^3}\left(\frac{1}{v''_1}\right)^3 b.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t-\frac{x}{v''_1}\right)$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v''_1)^2 \frac{A}{1-B\frac{2\pi}{\tau}\left(\frac{1}{v''_1}\right)^3}.$$

Folglich ist v'_1 kleiner als v''_1.

Beim zweiten Versuch hat man für den Strahl No. I:

$$Y' = -a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t+\frac{x}{v'_2}\right)$$

$$Z' = a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t+\frac{x}{v'_2}\right)$$

und die Gleichungen werden:

$$+\frac{4\pi^2}{\tau^2}a.\cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t+\frac{x}{v'_2}\right)=+A.\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v'_2}\right)^2 a.\cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t+\frac{x}{v'_2}\right)$$
$$-B.\frac{8\pi^3}{\tau^3}\left(\frac{1}{v'_2}\right)^3 a.\cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t+\frac{x}{v'_2}\right)$$
$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2}a.\sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t+\frac{x}{v'_2}\right)=-A.\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v'_2}\right)^2 a.\sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t+\frac{x}{v'_2}\right)$$
$$+\frac{8\pi^3}{\tau^3}\left(\frac{1}{v'_2}\right)^3 a.\sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t+\frac{x}{v'_2}\right),$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v'_2)^2=\frac{A}{1+B\frac{2\pi}{\tau}\left(\frac{1}{v''_1}\right)^3}$$

und ähnlich für Strahl No. II:

$$(v''_2)^2=\frac{A}{1-B\frac{2\pi}{\tau}\left(\frac{1}{v''_1}\right)^3}.$$

Folglich ist v'_2 kleiner als v''_2.

Sonach geht in beiden Versuchen (d. h. das Licht mag von der einen oder der andern Seite eintreten) der Strahl No. II schneller als der Strahl No. I. Und wenn daher bei jedem Versuch ein linear polarisirter Strahl, bestehend aus den Strahlen No. I und No. II, vorhanden ist, so wird der linear polarisirte Strahl, welcher nach dem Austreten derselben aus deren Vereinigung gebildet wird, bei beiden Versuchen seine Polarisationsebene, von der ursprünglichen Polarisationsebene aus, in Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers gedreht haben, oder, bei beiden Versuchen, in der entgegengesetzten Richtung, wenn man sie auf das Auge einer Person bezieht, die in der Richtung des Lichtes sieht.

Diefs Resultat stimmt mit den Erscheinungen beim Quarz, Terpenthin u. s. w., und deshalb liefern Prof. Mac Cullagh's Gleichungen eine Erklärung der Drehung der Polarisationsebene in Krystallen. Allein sie passen nicht auf die Erscheinungen bei Glas etc. unter Mitwirkung des Magnetismus, und für diesen Fall müssen neue Gleichungen aufgesucht werden.

Die Gleichungen, die ich für geeignet zur Darstellu dieses Falles halte, sind:

$$\frac{d^2Y}{dt^2} = A.\frac{d^2Y}{dx^2} + C.\frac{dZ}{dt}$$

$$\frac{d^2Z}{dt^2} = A.\frac{d^2Z}{dx^2} - C.\frac{dY}{dt},$$

welche in derselben Weise zu verificiren sind als die für die Erscheinungen beim Quarz etc. geltenden.

So hat man beim ersten Versuch für den Strahl No. I:

$$Y' = a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v'_1}\right)$$

$$Z' = a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v'_1}\right)$$

und die Gleichungen werden:

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2}a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v'_1}\right) = -A.\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v'_1}\right)^2 a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v'_1}\right) + C.\frac{2\pi}{\tau}a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v'_1}\right)$$

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2}a\,sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v'_1}\right) = -A.\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v'_1}\right)^2 a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v'_1}\right) + C.\frac{2\pi}{\tau}a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v'_1}\right),$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v'_1)^2 = \frac{A}{1 + \frac{\tau}{2\pi}C}.$$

Für den Strahl No. II hat man:

$$Y'' = \quad b.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v''_1}\right)$$

$$Z'' = -b.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v''_1}\right)$$

und die Gleichungen werden:

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2}.b.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v''_1}\right) = -A.\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v''_1}\right)^2 b.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v''_1}\right) - C.\frac{2\pi}{\tau}b.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v''_1}\right)$$

$$+\frac{4\pi^2}{\tau^2}.b.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v''_1}\right) = +A.\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v''_1}\right)^2 b.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v''_1}\right) + C.\frac{2\pi}{\tau}b.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t - \frac{x}{v''_1}\right),$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v''_1)^2 = \frac{A}{1 - \frac{\tau}{2\pi} C}.$$

Folglich ist v'_1 kleiner als v''_1.

Beim zweiten Versuch hat man für den Strahl No. I:

$$Y'' = -a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t + \frac{x}{v'_2}\right)$$

$$Z'' = \quad a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t + \frac{x}{v'_2}\right)$$

und die Gleichungen werden:

$$+\frac{4\pi^2}{\tau^2} a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t + \frac{x}{v'_2}\right) = +A.\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v'_2}\right)^2 a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t + \frac{x}{v'_2}\right)$$
$$+C.\frac{2\pi}{\tau} a.cos\frac{2\pi}{\tau}\left(t + \frac{x}{v'_2}\right)$$

$$-\frac{4\pi^2}{\tau^2} a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t + \frac{x}{v'_2}\right) = -A.\frac{4\pi^2}{\tau^2}\left(\frac{1}{v'_2}\right)^2 a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t + \frac{x}{v'_2}\right)$$
$$-C.\frac{2\pi}{\tau} a.sin\frac{2\pi}{\tau}\left(t + \frac{x}{v'_2}\right),$$

welche übereinstimmend geben:

$$(v'_2)^2 = \frac{A}{1 - \frac{\pi}{2\pi} C}.$$

Aehnlich ergiebt sich:

$$(v''_2)^2 = \frac{A}{1 + \frac{\tau}{2\pi} C}.$$

Folglich ist v'_2 gröfser als v''_2.

Wenn demnach bei einem Versuch der Strahl No. II schneller geht als der No. I, geht er bei dem anderen Versuch langsamer als dieser. Und wenn demnach bei jedem Versuch ein aus der Combination der Strahlen No. I und II entstandener linear polarisirter Strahl einfällt, so wird der linear-polarisirte Strahl, der aus jenen Strahlen bei deren Austreten gebildet wird, seine Polarisationsebene, von der ursprünglichen Ebene aus, bei dem einen Versuch in Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers, und bei dem andern Versuch in der entgegengesetzten Richtung gedreht

haben, wenn man die Drehung bezieht auf das Auge einer Person, die in Richtung des Lichtes fortsieht.

Diefs Resultat stimmt mit den Erscheinungen beim Borglase etc. unter der Wirkung magnetischer Kräfte.

Statt das zweite Glied auf der Rechten der Gleichung von $\frac{dZ}{dt}$ abhängig zu machen, hätten wir mit gleichem Erfolg $\frac{d^3Z}{dt^3}$, $\frac{d^3Z}{dx^2.dt}$ oder irgend einen anderen Differentialquotienten von ungerader Ordnung und ungerader Anzahl von Differentionen in Bezug auf t anwenden können. Auch wären verschiedene Potenzen von τ und v einzuführen. Um zu ermitteln, welche sich zur Darstellung der Phänomene am besten eignen, mufs nothwendig die Ablenkung der Polarisationsebene für verschieden farbiges Licht bestimmt werden.

Wenn $\frac{dZ}{dt}$ angenommen wird, so besagen die von mir aufgestellten Gleichungen: »die Kraft auf irgend ein Theilchen in Richtung der einen Ordinate hängt zum Theil ab von dessen Geschwindigkeit in Richtung der anderen Ordinate«. Es hat keine unübersteigliche Schwierigkeit diefs als richtig anzusehen, aber wir haben bis jetzt *a priori* keinen mechanischen Grund zu glauben, dafs es richtig sey.

Um möglichen Mifsverständnissen vorzubeugen, wiederhole ich, dafs ich diese Gleichheit in gleicher Absicht aufstellte, in welcher Prof. Mac Cullagh die seinigen gab, nicht als mechanische Erklärung der Erscheinungen, sondern um zu zeigen, dafs die Erscheinungen durch Gleichungen ausgedrückt werden können, die sich möglicherweise aus einer plausiblen mechanischen Voraussetzung ableiten lassen, obgleich bisher eine solche Voraussetzung noch nicht gemacht worden ist.

Greenwich, Königl. Sternwarte 1846, Mai 7.

X. *Ueber das Verhalten des Lichts zum Magnetismus und den Unterschied zwischen ferromagnetischen und diamagnetischen Zuständen der Materie; von M. Faraday.*

(*Phil. Mag., Ser. III, Vol. XXIX, p.* 153 *et* 249.)

Wenn ein polarisirter Lichtstrahl und Magnetkraftlinien gleichzeitig und einander parallel durch ein durchsichtiges, nicht doppeltbrechendes, starres oder flüssiges Mittel gehen, so wird der Strahl gedreht, nach einem einfachen Gesetz, welches ich im letzten Theil der *Philosophical Transactions* mitgegeben habe [1]). Wenn ein solcher Strahl durch gewisse Quarzkrystalle, durch Terpenthinöl u. s. w. geht, wird er auch, ohne alle Mithülfe von Magnetkraft, nach einem wohlbekannten Naturgesetz gedreht. Zwischen diesen beiden Drehungen ist, obwohl sie auf dem ersten Blick einerlei zu seyn scheinen, ein auffallender Unterschied vorhanden; denn die erstere ist, ihrer Richtung nach, abhängig von den Magnetkraftlinien und nicht von der Stellung des Beobachters oder dem Lauf des Lichtstrahls, wogegen die letztere von der Stellung des Beobachters oder dem Lauf des Strahls abhängt.

Beim Nachdenken schien es, dafs die Eigenthümlichkeit der magnetischen Drehung benutzt werden könne, um den Endeffect der Magnetkraft zu verstärken, und auch um manche wichtige Punkte entschiedener zu beweisen als es bisher möglich gewesen. Diefs hat sich durch den Versuch als richtig erwiesen, und das Folgende enthält einige Resultate davon.

Ein Parallelepiped von schwerem Glase, 0,7 Zoll im Quadrat und 2,5 Zoll lang, ward an beiden Enden polirt und versilbert. Darauf wurde die Versilberung auf einem Raum von etwa 0,1 Zoll Breite längs einer der Kanten

1) *Phil. Tr. f.* 1846, *pt. I, p.* 4. (Annal., Bd. 68, S. 109.)

von einem Ende abgenommen, eben so an dem andern Ende, jedoch an der entgegengesetzten Seite des Parallelepipedes, so dafs jedes Ende mit einem guten ebenen Reflector versehen war, von denen aber der eine über den andern hervorragte. (Taf. I, Fig. 8). In Folge dieser Einrichtung konnte ein Lichtstrahl, nachdem er zu einem Ende eingetreten war, zwei oder mehre Male in dem Glase reflectirt und dann hinausgelassen werden.

Ein ähnliches Stück schweren Glases wurde an beiden Enden und an der einen Seite versilbert, und dann an den Enden auf einen Raum von 0,1 Zoll Breite längs den Kanten, die am weitesten von der versilberten Seite abstanden, die Versilberung entfernt. (Taf. I, Fig. 7.) Ein in den unversilberten Theil des einen Endes unter einer gewissen Schiefe eintretender Strahl konnte am andern Ende, dann an der Seite, und nun am ersten Ende reflectirt werden, somit also drei Mal im Glase entlang und zuletzt am anderen Ende hinausgeführt werden. Bei anderen Neigungen konnte der Strahl fünf, sieben, neun, elf und mehre Male im Glase hin- und hergehen, ehe er durch die Luft in's Auge des Beobachters gelangte.

Jedes dieser Glasstücke vermochte das gewünschte Resultat der wiederholten inneren Reflexionen zu liefern; allein das erstere zeigte sich am bequemsten für den Gebrauch. Bei Anwendung eines starken Lichtes hielt es nicht schwer, die Reihe der durch successive Reflexion entstandenen Bilder bis zum neunten oder zehnten zu verfolgen, also bis 17- oder 19maligem Durchgang des Strahls durch das Glas. Eine kleine Aenderung in der Lage des versilberten Glases zwischen den beiden als Polarisirer und Analysirer angewandten Nichol'schen Prismen reichte hin irgend eins dieser Bilder zur Ansicht zu bringen, sobald das Glas zugleich unter dem vollen Einflufs des Elektromagneten oder des zur Erzeugung der Magnetkraftlinien angewandten Schraubenstroms stand. Einen ferneren Vortheil erlangt man, wenn die Enden des Glasstücks nicht ganz zu einander parallel sind, sondern die Seiten an den Rändern,

wo der Strahl ein- und austritt, etwas verschiedene Längen haben. Diese Einrichtung bringt die Reihe der reflectirten Bilder, von einem Ende gesehen, mehr aus einander, von dem andern, mehr zusammen, und dadurch wird die Beobachtung eines besonderen Bildes oder der gleichzeitige Vergleich zweier oder mehrer Bilder begünstigt.

Beim Nachdenken über die Wirkung dieser Vorrichtung leuchtet ein, dafs wenn *ABCD*, Taf. I, Fig. 8, einen Trog mit Zuckerlösung oder irgend einer andern mit Drehkraft für einen polarisirten Lichtstrahl begabten Flüssigkeit vorstellt, der in *D* eintretende und bei *A* austretende Strahl eine gewisse Drehung erfahren würde, dafs er aber, wenn er, statt bei *A* auszutreten, von der Fläche *AF* nach *E* reflectirt würde, daselbst keine Drehung zeigte, denn die Wirkung auf dem Gange von *D* nach *A* würde genau compensirt durch die Rückkehr von *A* nach *E*. Oder wenn die Reflexionen öfter, bei *E*, *F* und *C* wiederholt würden, so dafs der Strahl die Flüssigkeit fünf Mal durchliefe, würde der Endbetrag der Drehung nur dem gleich seyn, welcher nach einem einmaligen Durchgange zu Stande käme.

Diefs würde aber nicht der Fall seyn, wenn *ABCD* ein Diamagneticum wäre, welches den Strahl mittelst magnetischer Kraft drehte; denn, wie oft auch der Strahl hindurchginge, würde er doch, in Bezug auf die Magnetkraftlinien, in *derselben* Richtung gedreht werden. So würde er, wenn man ihn nach dem Austritt bei *A* beobachtete, einen Betrag von (wir wollen sagen rechter) Drehung zeigen, der gleich wäre dem, welchen ein einmaliger Durchgang durch das Diamagneticum erzeugen könnte. Beobachtete man ihn bei *E* würde er eine linke Drehung zeigen im Betrage doppelt so grofs als die erste oder einheitliche Menge. Beobachtete man ihn bei *F*, würde er das Dreifache der ersten rechten Drehung besitzen, bei *C* die vierfache linke Drehung, und bei *B* das Fünffache der anfänglichen rechten Drehung.

Diefs bestätigte sich beim Versuch. Es wurde der grofse, in den *Philosoph. Transactions* beschriebene Magnet ange-

wandt [1]), und das Glasparallelepiped, Fig. 8, Taf. I, seinen Kräften unterworfen. Der directe oder das erste Bild vom leuchtenden Gegenstand erzeugende Strahl erlangte eine Drehung nach der Rechten von 12°. Als das Glas ein wenig geneigt ward, erschien das zweite Bild oder dasjenige, welches von dem drei Mal durch das Glas gegangenen Strahl erzeugt wurde; seine Drehung betrug 36°. Darauf wurde das dritte Bild beobachtet, und die Drehung des dasselbe hervorbringenden Strahls betrug 60°, so nahe als mein roher Apparat Winkelgröfsen messen liefs. Dasselbe allgemeine Resultat wurde mit dem zweiten der beschriebenen Glasstücke erhalten.

Der Versuch beweist auf sehr schlagende Weise, dafs welchen Weg das Licht durch das Diamagneticum auch nehmen möge, die Richtung der Drehung doch wesentlich und alleinig von der Richtung der Magnetkraftlinien abhängt.

Er beweist auch in nicht mifszuverstehender Weise den Unterschied in dieser Hinsicht zwischen der Drehung des Strahls durch Magnetismus und der durch Quarz, Zucker, Terpenthinöl und ähnliche Körper.

Sowohl durch isolirte als durch combinirte Beobachtung der verschiedenen Bilder zeigt er, dafs die Wirkung proportional ist der der Magnetkraft unterworfenen Länge des Strahls [2]); denn es lassen sich, während die Intensität der Magnetkraft und die übrigen Umstände unverändert bleiben, die Längeneinheit und deren Multipla auf einmal beobachten.

Er erlaubt in der Messung des Betrags der Drehung eines gegebenen Strahls oder der verschiedenfarbigen Strahlen einen weit höheren Grad von Genauigkeit zu erreichen.

Vermöge der obigen Einrichtung ist ein kurzes Stück von einem Diamagneticum, z. B. einem Krystalle, hinreichend zu einem Versuche, zu dem es, wenn der Strahl nur einmal hindurchginge, unzulänglich wäre.

1) *Phil. Tr. f.* 1846, *p.* 22, §. 2247. (Ann., Bd. 69, S. 291)

2) Experimental-Untersuchungen, §. 2163. (Ann., Bd. 68, S. 111.)

Er erlaubt auch, bei Anwendung eines Magnets, die Magnetkraft durch Annäherung an die Pole zu concentriren und somit den Effect zu erhöhen; oder einen schwachen Magnet statt eines starken zu nehmen, so dafs selbst gute Stahlmagnete brauchbar seyn können. Auch ist jetzt, wenn man einen schraubenförmigen Strom anwendet, ein viel kürzerer und schwächerer als zuvor erforderlich.

Nach Ermittlung der grofsen Vorzüge dieses Apparats zur Untersuchung vieler Substanzen, die bei dem früher beschriebenen Verfahren keine merklichen Resultate gegeben hatten, schritt ich zur Anwendung desselben auf Luft und einige doppeltbrechende Krystalle [1]).

Zu dem Ende machte ich die Seiten der Magnetpole zu Reflectoren, indem ich an jeden eine polirte Stahlplatte anlegte; und da die Pole beweglich waren, konnte ich deren reflectirende Flächen in jeden Abstand und jede erforderliche Lage bringen, bei welcher sie die zu untersuchende Substanz zwischen sich fafsten.

Luft. — Wenn Luft zwischen den Magnetpolen befindlich war, konnte ich keine Anzeige von Wirkung auf den Strahl erblicken, selbst beim vierten, fünften und sechsten Bilde.

Quarzkrystall. — Es wurden die früher beschriebenen Würfel aus dieser Substanz in Untersuchung genommen [2]); allein ich konnte keine Spur von Wirkung auf den Lichtstrahl entdecken, obwohl die Würfel 0,75 Zoll in Seite hielten, und der Strahl nach sieben- und selbst neunmaligem Durchgang beobachtet wurde. Ich untersuchte die Würfel in allen Richtungen.

Kalkspath. — Ein Würfel aus dieser Substanz [3]), eben so untersucht, gab auch keine Wirkung.

Schweres Glas dagegen gab die erwarteten Erscheinungen leicht und gut.

1) Experimental-Untersuchungen, §. 2237 (Ann., Bd. 68, S. 134).

2) Ibid. §. 2178 (Ann., Bd. 68, S. 115).

3) Ibid. §. 2179 (Ann., Bd. 68, S. 115).

Da diese Versuche sowohl mit Luft als mit doppeltbrechenden Krystallen kein positives Resultat gegeben hatten, so versilberte ich die letzteren in ähnlicher Weise wie das schwere Glas, damit die Magnetpole ihnen möglichst nahe gebracht werden könnten; allein auch jetzt war keine Anzeige von magnetischer Wirkung auf den Strahl zu erhalten.

Die natürliche sechsseitige Säule eines Quarzkrystalls, 2,3 Zoll lang, wurde an den Enden polirt und versilbert; es war aber auch damit keine Wirkung auf das Licht zu beobachten, weder beim ersten noch beim zweiten und dritten Bilde.

Hr. E. Becquerel glaubt bei doppeltbrechenden Krystallen eine Wirkung beobachtet zu haben; vermuthlich ist sein Apparat zur Wahrnehmung optischer Veränderungen empfindlicher als der meine. Ist dieſs der Fall, so würde er, combinirt mit dem Verfahren der wiederholten Durchgänge des Strahls, vielleicht sehr deutliche Resultate geben; aber dieſs Verfahren allein hat bis jetzt keine Anzeige von der gesuchten Wirkung gegeben.

Gewisse Fingerzeige veranlafsten mich nachzusehen, ob das Kreuzen der in der Vorrichtung, Fig. 7, Taf. I, reflectirten Strahlen irgend einen Effect hervorbrächte; allein ich konnte keinen Unterschied in der Wirkung dieser Vorrichtung und der andern, Fig. 8, wo keine solche Kreuzung stattfindet, wahrnehmen.

Gegen Ende des letzten Jahres (1845) übersandte ich der K. Gesellschaft zwei Aufsätze: »*Ueber den magnetischen Zustand aller Materien*« [1]), in welchen ich das Daseyn einer für uns neuen magnetischen Wirkung festgestellt zu haben glaube, — einer in ihrer Natur antithetischen zu dem Magnetismus des Eisens in irgend einer seiner Formen und Zustände, starken oder schwachen, oder zu dem Magnetismus, welchen das Eisen in irgend einer Quantität oder unter

1) *Phil. Tr. f.* 1846, *p.* 21 (Ann., Bd. 69, S. 289).

ter irgend welchen Umständen erzeugen kann. Ferner habe ich gezeigt, dafs alle nicht wie Eisen magnetische Körper nach dieser neuen Wirkungsweise magnetisch sind, und dafs, so wie eine *Anziehung* durch einen Magnet den magnetischen Zustand des Eisens, auch der kleinsten Menge, nachweist, eben so eine *Abstofsung* das unterscheidende Kennzeichen aller derjenigen Körper ausmacht, die von Natur geeignet sind den neuen Zustand anzunehmen und diese neue Kraftform zu entwickeln.

In einer der Pariser Academie überreichten Note erinnert Hr. Becquerel [1]) an gewisse, vom gewöhnlichen Magnetismus hervorgebrachte Resultate, die er lange vor mir gefunden und bei welchen die Substanz sich *quer* gegen die Magnetaxe stellte. Ich brauche nicht das Ganze anzuführen, sondern will nur folgende Worte vom Schlusse auswählen: — »Aus diesen Thatsachen geht hervor, dafs die magnetischen Effecte, welche im Stahl und weichen Eisen durch den Einflufs eines Magneten hervorgebracht werden, darin von den bei allen Körpern vorkommenden abweichen, dafs in ersteren die Vertheilung des Magnetismus immer der Länge nach geschieht, während sie im Eisenoxyd, Holz, Gummilack u. s. w. gewöhnlich der Quere nach erfolgt, besonders wenn diese Substanzen zu Nadeln geformt sind. Dieser Unterschied rührt davon her, dafs, weil der Magnetismus in diesen Körpern schwach ist, die Reaction der Körpertheilchen auf einander vernachlässigt werden kann«. — Diese Worte und die Zeit ihrer Veröffentlichung (Januar 1846) zeigen hinreichend, dafs Hr. Becquerel die neue Form oder Beschaffenheit von magnetischer Action, welche ich nachgewiesen zu haben glaube, nicht zugiebt.

In einer der Academie gemachten Mittheilung vom Juni 1846 berührt Hr. E. Becquerel [2]), nachdem er die von mir entdeckte Wirkung auf das Licht bestätigt hat, die Frage von der magnetischen Wirkung aller Körper, und ist

1) *Compt. rend.* (1846), *T. XXII, p.* 146.

2) *Ibid. p.* 952.

selbst zu dieser Zeit noch der Meinung seines Vaters. Ich brauche nur einige Zeilen hie und da aus dieser Mittheilung hervorzuheben, um seine Meinung zu bezeichnen. Nachdem er von Coulomb's Resultaten und von denen seines Vaters i. J. 1827 gesprochen, sagt er: »Diese Versuche sind vor beinahe zwanzig Jahren angestellt, und dessen ungeachtet hat Hr. Faraday die Erscheinung der transversalen Stellung auf's Neue beschrieben, hat aus den Körpern, welche diese Stellung annehmen, eine neue Klasse von Substanzen gemacht und sie diamagnetische Substanzen genannt, . . . «. Ich frage mich, wie kann man unter diesen Umständen den Geist der Classification so weit treiben, sobald man einer und derselben Substanz alle verschiedenen Lagen, longitudinale, transversale und schiefe geben kann. In der That stelle man die beiden Enden zweier starken Magnete in 0,08 oder 0,12 Zoll Abstand einander gegenüber, und hänge 0,04 Zoll von ihrer Oberfläche entfernt mittelst eines Coconfadens eine kleine Nadel von Holz oder Kupfer auf, etwa 0″,04 im Durchmesser und 1″,9 bis 2″,3 in Länge, so wird sie sich transversal stellen. Schneidet man die Nadel in zwei Stücke, theilt diese wiederum u. s. w., so haben wir zuletzt ein Fragment, welches sich in die Linie der Pole stellt. Es ist einfach ein Phänomen der resultirenden Kräfte, denn man kann einer und derselben Substanz diese verschiedenen Lagen geben, je nach ihrer Form und indem man den Abstand von den Polen modificirt«. — Dann spricht er von der kleinen Menge Eisen, die er in gewissen Substanzen gefunden, und von seiner früheren Behauptung, dafs diese Substanzen sich als Mischungen von träger Materie und magnetischen Theilchen, oder als eisenhaltige Mischungen verhalten, und setzt hinzu: Alle diese Schlüsse bestehen noch heute in ihrer ganzen Allgemeinheit«.

Diese Schlüsse zweier gründlichen, für alle den Magnetismus betreffenden Fragen in jeder Hinsicht so urtheilsfähigen Physiker (?! — *P.*) machten mich zweierlei wegen besorgt. Fürs erste hielt ich es für möglich, dafs ich rück-

chtlich des allgemeinen magnetischen Princips, welches ich tdeckt zu haben vermeine, wirklich in Irrthum gewesen y; und zweitens, dafs, wenn ich in dieser Hinsicht ch Recht gehabt hätte, ich doch meine Resultate höchst genügend beschrieben haben müfste, da so competente nner hiedurch keine bessere Ueberzeugung von derselen erlangten. Ich ging daher, meiner selbst wegen, an e nähere Untersuchung des Gegenstandes; denn wiewohl r das Schicksal einer von mir aufgestellten Speculation er hypothetischen Ansicht ziemlich gleichgültig ist, so ist efs doch keinesweges der Fall in Betreff der Richtigkeit er Angabe, die ich über ein Gesetz oder eine neue Thatche liefere. Ich habe demnach einige Fälle der von geissen magnetischen Körpern, wie Eisen, angenommenen nsversalen Stellungen sorgfältig untersucht, und will hier s allgemeine Resultat davon angeben.

Eine dünne Glasröhre von 0,25 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Länge wurde mit gutem gleichförmigen Eisenoxyd einer der von Hrn. Becquerel untersuchten Substanzen) rgfältig gefüllt, an einem langen Coconfaden aufgehängt nd in jegliche Lage gegen den einen Pol eines starken lektromagnets gebracht, welchem Pol durch Aufsetzung on Eisenstücken verschiedene Formen gegeben werden onnten. Da das Eisenoxyd zuweilen einen schwachen Grad on Magnetismus annimmt und behält, so ist es nöthig, dafs er Experimentator auf diese Möglichkeit achte, und sich egen die daraus entspringenden unregelmäfsigen Resultate chütze.

Anfangs war der Pol des Magnets ein Kegel von 1,5 oll Durchmesser in der Grundfläche und mit horizontalegender Axe. Der Cylinder von Eisenoxyd wurde dem egel genähert, so dafs sein Drehpunkt in einer Linie mit er Axe dieses lag. Als er, innerhalb des Einflusses des agnets, quer gegen die axiale Linie lag, behielt er diese age; aber diese Lage war die eines instabilen Gleichgeichts, denn kam der Cylinder nach der einen oder andern eite schief gegen die axiale Linie zu liegen, so wurde das dem

Kegel nächste Ende angezogen. Mochte er übrigens quer gegen die axiale Linie gerichtet und somit in einer instabilen Lage befindlich seyn oder irgend eine andere Lage haben, so wurde der Schwerpunkt des Ganzen immer *angezogen*, eine Erscheinung, die sich bei einem Elektromagnet durch Unterbrechen und Herstellen des erregenden Stroms leicht darthun läfst.

Als Contrast der diamagnetischen Körper will ich bemerken, dafs wenn ein ähnlicher Cylinder von Phosphor, Wismuth oder schwerem Glase genau unter ähnliche Umstände versetzt wird, die transversale Lage eine Lage des *stabilen* Gleichgewichts ist, er also, wenn er aus derselben abgelenkt wird, durch Schwingungen dahin zurückkehrt. Auch wird während der ganzen Zeit der Schwerpunkt der Masse *abgestofsen*.

Nun wurde dem Magnetpol ein quadratisches Ende gegeben, dessen dem Eisenoxydcylinder zugekehrte Fläche 1,75 Zoll in Breite und Höhe enthielt. Die axiale Linie ging horizontal von der Mitte dieser Vorderfläche zu dem Schwerpunkt des Cylinders, welcher zugleich den Drehpunkt desselben bildete. Befand sich der Cylinder in einem geringeren Abstand als 0,3 Zoll von der Vorderfläche des Pols, so lag er dieser Fläche parallel, mithin transversal gegen die axiale Linie. Lenkte man ihn aus dieser Lage ab, so kehrte er in sie zurück; diese Lage war also die eines stabilen Gleichgewichts. Bei einem etwas gröfseren Abstande wurde diese Lage instabil, und dafür zeigten sich zwei Lagen eines stabilen Gleichgewichts unter gleichem Winkel zu beiden Seiten der transversalen Lage, und in dem Maafse schiefer werdend als die Entfernung zunahm. Sowohl die transversalen als die schiefen Lagen liefsen sich zurückführen auf die Concentration von Magnetkraftlinien an den Rändern der quadratischen Vorderfläche des Magnets. Erscheinungen, aus derselben Ursache herrührend, sind bereits in den Experimental-Untersuchungen §. 2298, 2299 und 2384 [1]) beschrieben worden.

1) *Phil. Transact.* 1846, *p.* 32 und 48. (Annal., Bd. 69, S. 305.)

Bei jeder Lage vor diesem Magnetpol wurde der Eisenoxydcylinder, als Masse, *angezogen*.

Durch Anwendung eines andern eisernen Ansatzes wurde der dem Eisenoxyd gegenüberstehende Pol in seinen horizontalen Dimensionen auf 2,5 Zoll vergröfsert. Es wiederholten sich alle früheren Erscheinungen; allein der Abstand zwischen der Vorderfläche des Pols und dem Eisenoxydcylinder konnte bis zu einem Zoll und mehr vergröfsert werden, ehe der Cylinder die schiefen Lagen anzunehmen anfing.

Ein dritter Ansatz bot eine Fläche von 3,5 Zoll in ihren horizontalen Dimensionen dar. Die Erscheinungen hiebei waren genau dieselben; allein der Abstand konnte bis auf ,75 Zoll vergröfsert werden, ehe der Cylinder aufhörte der Fläche parallel zu seyn und anfing eine schiefe Lage anzunehmen.

Zum völligen Verständnifs dieser und anderer Erscheinungen, die von der Gestalt der Polfläche und von der Concentration der durch die Luft gehenden Magnetkraftlinien an den Rändern herrühren, will ich die Lagen beschreiben, welche der Eisenoxydcylinder annimmt, wenn ein Drehpunkt einen constanten Abstand von der Polfläche behält, aber von einer Seite der axialen Linie zur andern in verschiedene Lagen geführt wird. Diese sind in Fig. 9, Taf. I, abgebildet. Man wird daraus ersehen, dafs so wie der Cylinder von der einen Seite der axialen Linien zur andern fortgeführt ward, er gegen diese Linie neigte in einer Weise und in einem Grade, wie es bei Erwägung der Concentration der magnetischen Kraft an den Rändern der Fläche leicht begreiflich wird. Dasselbe war der Fall mit der früheren Fläche von 2,5 Zoll. Sowohl das eine als das andere Ende des Eisenoxydcylinders konnte das nächste an der Polfläche seyn; allein der Schwerpunkt des Cylinders ward allemal *angezogen* vom Magnet.

Es wurden andere Eisenoxydcylinder von verschiedener Dicke und Länge angewandt, und wenn sie an Länge kleiner waren als die gegenüberstehenden Polflächen, waren die Resultate genau dieselben.

Ein durch Eisengehalt magnetisches Papier gab beim Gebrauch dieselben Resultate.

Da ich veranlafst wurde zu glauben, dafs die Zertheilung des Eisenoxyds einen bedeutenden Einflufs auf diese Erscheinungen habe, indem dadurch die Uebertragung der magnetischen Induction von Theilchen zu Theilchen verzögert und gehemmt werde, und diefs von gröfserem Einflufs sey als die bloſse Schwäche der Magnetkraft, so nahm ich andere Substanzen, selbst schwächer magnetische als das Eisenoxyd, und bildete daraus Cylinder. Diese Substanzen waren: Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul, von Kobaltchlorid und Nickelchlorid, mit welchen dünne Glasröhren von 0,25 Zoll im Durchmesser und 1,4 Zoll in Länge gefüllt wurden. Als diese vor den Polen aufgehängt wurden, mit ihren Drehpunkten in der axialen Linie, wirkten sie nicht wie das Eisenoxyd und das Papier. Sie konnten zwar in einer der Polfläche parallelen Lage gehalten werden, aber diefs war eine Lage instabilen Gleichgewichts; und wenn sie im Geringsten aus dieser Lage abgelenkt wurden, begann das dem Magnet zugewandte Ende sich demselben zu nähern, bis es denselben berührte, und dann blieb das Ganze unverändert. Die Wirkung war genau dieselbe wie die eines Stück Eisens, nur von weit geringerer Stärke.

Eine gesättigte Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul, verdünnt mit dem Fünffachen ihres Volums an Wasser, zeigte genau dieselben Erscheinungen als eine stärkere Lösung; und doch war ihre Magnetkraft sehr viel schwächer als die des Eisenoxyds, wie sich deutlich aus dem Abstand ergab, bis zu welchem der Schwerpunkt beider Substanzen angezogen wurde. Beim Eisenoxyd ward der Aufhängefaden zwei bis drei Mal weiter aus der lothrechten Linie abgelenkt als bei der Lösung.

Nimmt man statt des Eisenoxyds oder der magnetischen Lösungen ein Stück Eisen, so bleibt dasselbe nicht der Polfläche parallel oder schief, und ohne Berührung mit ihr; denn das eine Ende wird immer zur Polfläche gehen; oder wenn es sehr kurz ist und dann durch Belastung oder sonstwie

an der Berührung mit dem Pol gehindert wird, richtet sich immer das eine Ende gegen den ihm nächsten Theil der Polfläche. In dieser Beziehung verhält es sich wie die magnetische Lösung und nicht wie das Eisenoxyd. Wie schwach aber auch der Magnetpol seyn mag, wenn er überhaupt nur auf das Eisen wirkt, thut er es in *derselben* Weise. Wenn ferner der Eisendraht durch Erhitzen bis zur Rothgluth vollkommen vom Magnetismus befreit wird, kann jedes der Enden zum nächsten an der Polfläche gemacht werden.

Ein Stück Hämatit, welches nicht mit einem eisernen Werkzeug, sondern mit einem Agat oder sonst wie sorgfältig abgeschnitten ist, stellt sich nach Art des Eisens, obwohl natürlich nicht mit derselben Kraft, d. h. es nimmt weder parallel noch geneigt zur Polfläche eine stabile Lage an, berührt sie aber auch nicht; denn das eine oder das andere Ende geht immer auf das Metall des Poles zu und bleibt in Berührung mit demselben. Gepülverter und in eine kleine Röhre gebrachter Hämatit wirkt wie ganzer.

Ein Stück Bouteillenglas, welches wegen darin enthaltenen Eisens magnetisch war, wirkte als Hämatit, es mochte ganz oder gepülvert und in eine Flintglasröhre eingeschlossen seyn. Es verhielt sich demnach ganz unähnlich dem Eisenoxyd.

Reines Manganhyperoxyd schien seine Stelle zwischen diesen Körpern und dem Eisenoxyd einzunehmen. Allgemein gesprochen ging das der Polfläche nächste Ende auf dieselbe zu und blieb daselbst; allein wenn das eine Ende dem Rande der Fläche und das andere nahezu der Mitte gegenüberstand, während der Magnet in Thätigkeit gesetzt wurde, so wich das letztere Ende, ungeachtet es näher war als das erstere, zurück, und dieses kam heran und blieb im Contact. War das letztere Ende das nähere, so näherte er sich vom Anfange an, und es gab für die Röhre keine stabile Lage, in welcher sie der Polfläche ganz oder nahe parallel war, und keins der Enden die Fläche berührte.

Ein Stück dicken Platindrahts wirkte als Hämatit und grünes Glas, und nicht wie Eisenoxyd in Becquerel's Versuch. Platinschwamm, in eine Röhre gestampft, wirkte als Manganhyperoxyd, indem es gleich diesem in gewissen Lagen die Anfänge einer Wirkung, ähnlich der des Eisenoxyds, zeigte.

Bei allen diesen Körpern wurde der Schwerpunkt vom Magnet angezogen, neben welchen Theil seiner Polfläche sie auch gebracht wurden. Niemals zeigte sich etwas einer Abstofsung Aehnliches.

Nun kann ich nicht einsehen, wie es eine Schwierigkeit haben kann, alle diese verschiedenen Lagen der gewöhnlichen Wirkung von Magneten auf gewöhnlich, d. h. wie Eisen, magnetisirte Substanzen zuzuschreiben. Alles hängt ab von der Gestalt und Gröfse der Pole, von der Ganzheit, oder mehr oder weniger vollständigen Zertheilung der magnetischen Substanz; denn eine Substanz, welche viel schwächer magnetisch ist als Eisenoxyd, wie z. B. Nickellösung, Eisenlösung oder Platinmetall, wirkt nicht als Eisenoxyd, sondern als metallisches Eisen. Doch bestehen die Erscheinungen immer in *Anziehungen*; denn nicht nur der Schwerpunkt der ganzen Masse wird angezogen, sondern es werden auch die Theile des Eisenoxydcylinders und anderer magnetischer Substanzen in die Lagen gebracht, welche ihnen die Resultanten der Anziehungskräfte nothwendig geben würden. Dieſs ist genau das Umgekehrte was bei diamagnetischen Körpern geschieht, denn bei diesen wird der Schwerpunkt der ganzen Masse *abgestofsen*; und was für eine Gestalt die Masse auch haben möge, nehmen doch ihre Theile diejenigen Lagen an, welche der Richtung und Stärke der Abstofsungskraft am besten entsprechen.

Alle Ungewifsheit und Zweifelhaftigkeit kann in Fällen wie die obigen entfernt werden, wenn man sich eines einzigen Pols, sey er kegelförmig, keilförmig oder rund, bedient. Freilich, wenn man einen Eisendraht von zwei bis drei Zoll Länge mit seiner Mitte nahe an den Scheitel eines kegel- oder keilförmigen Pols bringt, stellt er sich recht-

winklich gegen die Axe des Kegels oder Keils und schwankt daselbst wie ein Wagebalken; und ein Cylinder von Wismuth, Phosphor oder schwerem Glase nimmt unter gleichen Umständen eine ähnliche Lage an. Allein kein Physiker (*Magnetician*) wird diese Erscheinungen auch nur einen Augenblick mit jenen verwechseln, denn er wird sogleich sehen, dafs das Eisen als Masse angezogen und das Diamagneticum als Masse abgestofsen wird. Und nimmt er zur Beobachtung Kugeln von Eisen, Eisenoxyd oder Eisenlösung einerseits, und von Wismuth, Phosphor, Kupfer, oder Holz andererseits, so hat er die Erscheinungen in der einfachsten und fundamentalen Form vor sich; denn die magnetischen Körper werden angezogen und die diamagnetischen abgestofsen.

Ich kann keinen Fall von transversaler Lage finden, der sich nicht der einen oder andern der obigen beiden Arten anreihen liefse, d. h. der nicht entweder ein magnetisches oder diamagnetisches Resultat wäre. Selbst in Betreff der Wirkungen des gewöhnlichen Magnetismus in Eisenoxyd und ähnlichen Körpern sehe ich keinen Grund, der Angabe des Hrn. Becquerel beizutreten, dafs die Vertheilung des Magnetismus in transversaler Richtung zu erfolgen strebe. Mir scheint, dafs in diesen Fällen die Discontinuität der Masse, verbunden mit dem (schwachen) Grade von Magnetkraft in diesen Substanzen, die Uebertragung der Kraft, mittelst Vertheilung (*induction*) oder Leitung von Theilchen zu Theilchen, in demselben Maafse verhindere, als wenn Continuität vorhanden ist, und dafs so consecutive Pole in kurzen Abständen und verschiedenen Richtungen erzeugt werden. Das ist der Grund, weshalb Eisen- oder Nickellösung oder Platin sich nicht wie Eisenoxyd verhält, sondern, obwohl schwächer an Magnetkraft als dieses, wie metallisches Eisen wirkt.

Kennte man nicht das merkwürdige Verhalten des Vacuums und der gasigen Körper, bei welchem ich eben deshalb in den Experimental-Untersuchungen (2432) [1]) länger

1) Annalen, S. 49 dieses Bandes.

verweilt habe, so könnte es zweifelhaft seyn, ob nicht diejenigen Körper, welche ich diamagnetische genannt habe, genau dieselbe Einwirkung erlitten wie die magnetischen, und das Resultat, sey es eine Anziehung oder Abstofsung, blofs hervorgehe aus einem graduellen Unterschied zwischen dem beobachteten Körper und dem umgebenden Medio (2438 etc.). Allein ich kann das Vacuum nicht anders als für einen Nullpunkt in den Anziehungs- und Abstofsungs-Erscheinungen halten; und da magnetische Körper angezogen und diamagnetische abgestofsen werden durch einen Magnet (2406, 2436), wenn sie vom Vacuum umgeben sind (*when surrounded by and in relation to it*), so glaube ich, dafs diese Zustände zwei antithetische Formen der Magnetkraft darstellen. Das ist die in meinen Abhandlungen ausgesprochene Ansicht, die ich, trotz meiner grofsen Achtung vor dem Urtheil der HH. Becquerel, durch die Thatsachen ermuthigt noch gegenwärtig aufrecht halte [1]).

Wenn schweres Glas der Einwirkung eines kräftigen Elektromagnets unterworfen wird, so erlangt der Strahl das Maximum seiner Drehung nicht auf einmal, sondern erst

1) Ich erlaube mir hier einen ähnlichen Punkt der statischen Elektricität zur Sprache zu bringen. Ich bin oft nach Beweisen für das Daseyn eines absoluten natürlichen Nullpunkts zwischen positiver und negativer Elektricität befragt worden, und in Bezug auf Hrn. Peltier's Ansicht, dafs die Erde negativ sey gegen den sie umgebenden Himmelsraum, der andererseits positiv sey, hat man gegen mich bemerkt, dafs wenn alle Theile eines Stücks ihrer Oberfläche (*its plane surface*) gleich stark negativ wären, wir auf dieser Oberfläche nicht sagen könnten, dafs sie sich nicht im Nullzustand befände. Diefs ist aber nicht der Fall. Eine wirklich negative Fläche kann zwar, in Vergleich zu einer stärker negativen, positiv erscheinen, und eben so kann sie als im Nullzustand befindlich erscheinen gegen zwei andere Flächen, von denen die eine stärker negativ und die andere schwächer negativ und selbst positiv ist. Allein in Bezug auf einen Normalzustand zeigt sich ihr Zustand sogleich, und diesen Normalzustand liefert ein jedes Metallgefäfs durch seine Innenseite, wenn durch die Gestalt und Tiefe des Gefäfses der äufsere Einflufs ausgeschlossen ist. Ein solches Gefäfs zeigt innen stets denselben Normal-

nach einer merklichen Zeit (*Experimental-Untersuchung*, §. 2170 — Ann.. Bd. 68, S. 113); ich habe dieſs einer allmäligen Zunahme der Kraft des Magnets und einer entsprechenden Verstärkung der Wirkung dieser Kraft auf das Glas zugeschrieben. Hr. E. Becquerel stimmt in dieser Erklärung nicht mit mir überein, sondern meint, die Erscheinung rühre davon her, daſs die Theilchen des Diamagneticums Zeit gebrauchten, ihren neuen Zustand anzunehmen. Auch ich halte es für sehr wahrscheinlich, daſs sie Zeit dazu gebrauchen; ich kenne keinen Zustand, dessen Erlangung nicht Zeit erforderte. Allein diese Zeit ist höchst wahrscheinlich bei diamagnetischen Körpern aufserordentlich gering, und daſs die von mir erwähnten Erscheinungen nicht aus solcher Ursache entspringen, läſst sich, glaube ich, durch zwei Betrachtungen zeigen. Fürs Erste ist durch andere Erscheinungen, z. B. durch die Induction von Strömen u. s. w., hinlänglich bekannt, daſs die Elektromagnete Zeit gebrauchen, um unter der Wirkung eines gegebenen elektrischen Stroms das Maximum ihrer Kraft zu entwickeln. Ich habe gezeigt, daſs die Drehung des Strahles wachsen muſs, so lange der Magnet an Kraft zunimmt; und ich habe gefunden, daſs das Vermögen, Ströme zu induciren, gleichzeitig mit dem Wachsen der Drehung vorhanden ist. Dann kommt in Betracht, daſs wenn man das Diamagneticum nicht der Wirkung eines Elektromagneten, sondern der eines schraubenförmigen Stroms unterwirft, die Drehung des Strahls nicht mehr allmälig zunimmt, sondern augenblicklich ihr Maximum zeigt (*Experimental-Untersuchungen*, §. 2195 — Ann., Bd. 68, S. 119). Das sind meine Gründe, weshalb ich bei der in meiner Abhandlung gegebenen Erklärung beharre.

Allein bei so neuen Gegenständen, wie diese, muſs un-

zustand, welch eine Ladung seine Aufsenfläche auch haben mag. Und wenn man den Zustand der Erdoberfläche mit der Innenseite eines solchen Gefäſses vergleicht, was mittelst Probescheibchen, wie sie Coulomb anwandte, leicht gethan ist, so kann Jeder ermitteln, ob die Erdoberfläche im negativen Zustand oder im Nullzustand befindlich sey.

vermeidlich über manche Punkte eine Meinungsverschiedenheit entspringen, und das ist sogar gut, da dieſs veranlaſst die Thatsachen genauer zu erforschen. Ich lasse daher auch für jetzt manche streitige Punkte zwischen mir und Anderen bei Seite, in dem Glauben, daſs die Untersuchungen sich rasch häufen, und durch sie in wenigen Jahren die Thatsachen sowohl als die Ansichten festgestellt werden.

X. *Untersuchung über die latente Wärme; von Hrn. C. C. Person.*

(*Compt. rend., T. XXIII, p.* 162.)

In einem früheren Aufsatz habe ich das merkwürdige Gesetz angegeben, welches die latente Verdampfungswärme befolgt [1]). Seitdem habe ich mich mit der latenten Schmelzwärme beschäftigt, und ein Gesetz aufgefunden, nach welchem sie im Voraus bestimmt werden kann. Mittelst dieses Gesetzes gelangt man überdieſs zu mehren merkwürdigen Folgerungen, unter andern zur Messung der gesammten Wärme der Körper und zur Bestimmung des absoluten Nullpunkts, wie ich dieſs in einer der Academie nächstens zu überreichenden Abhandlung auseinanderzusetzen hoffe. Durch gegenwärtige Note wünsche ich mir bloſs die Resultate meiner Versuche zu sichern (*prendre date*). Was die von mir angewandten Verfahrungsarten betrifft, so muſs ich sagen, daſs Hr. Regnault die Güte hatte, mir die noch nicht beschriebenen Apparate, die er zu Messung der specifischen Wärme bei hohen Temperaturen erdacht hat, zu meiner Verfügung zu stellen.

1) Annalen, Bd. 65, S. 426.

Latente Schmelzwärme.

Substanzen.	Schmelzpunkt.	Latente Wärme für d. Gewichts-Einheit.
ı	235 C.	14,3
ımuth	270	12,4
. . . . .	332	5,15
ı	423	27,46
cet's Legirung $Pb_2Sn_2Bi_3$	96	5,96
htflüssige Legirung $PbSn_2Bi$	145	7,63
sphor	44,2	4,71
wefel	115	9,175
etersaures Natron	310,5	62,98
etersaures Kali	339	46,18
phorsaures Natron $P_2O_5 . 2NaO . 24H_2O$	36,4	54,65
rcalcium $Cl_2Ca . 6H_2O$	28,5	45,79
enwachs (gelbes)	62,0	43,51

Specifische Wärme.

Substanzen.	Temperaturen zwischen denen die spec. Wärme bestimmt wurde.	Specifische Wärme.
ı	340° und 240° C.	0,061
muth	370 - 280	0,035
. . . . .	440 - 340	0,039
cet's Legirung $Pb_2Sn_2B_3$	300 - 136	0,036
dito dito	136 - 107	0,047
dito dito	80 - 14	0,060
dito dito	50 - 12	0,049
htflüssige Legirung $PbSn_2Bi$ . . .	330 - 143	0,046
phor	100 - 50	0,212
vefel	147 - 120	0,235
etersaures Natron	430 - 330	0,413
etersaures Kali	435 - 350	0,344
phorsaur. Natron $P_2O_5 . 2NaO . 24H_2O$	79 - 44	0,758
dito dito	2 - — 20	0,454
rcalcium $Cl_2Ca . 6H_2O$	127 - 100	0,519
dito dito	100 - 60	0,628
dito dito	60 - 31	0,358
dito dito	28 - 4	0,647
dito dito	2 - — 20	0,406
enwachs (gelbes)	102 - 66	0,54
dito dito	58 - 42	0,72
dito dito	42 - 26	0,79
djto dito	26 - 6	0,52
dito dito	2 - — 20	0,39
. . . . .	0 - — 30	0,505

XI. *Gesetz der latenten Schmelzwärme; Bestimmung des absoluten Nullpunkts und der gesammten Wärme der Körper;* von Hrn. C. C. Person.

(*Compt. rend.*, T. XXIII, p. 337.)

Kürzlich habe ich die Ehre gehabt der Academie eine Tafel zu überreichen (die unter No. X dieses Hefts), welche die Schmelzpunkte, Schmelzwärmen und Wärmecapacitäten von dreizehn sehr verschiedenartigen Körpern enthält. Gegenwärtig will ich einige über diese Arbeit zu machende Bemerkungen und einige daraus zu ziehende Folgerungen mittheilen.

Was die Schmelzpunkte in dieser Tafel betrifft, so glaube ich sind die der Salze zum ersten Male bestimmt; die des Phosphors und Schwefels weichen von den insgemein angenommenen ab. Ich habe gefunden, dafs der Gestarrungspunkt des Schwefels nur bis 110° herabsinkt, wenn man zu stark erhitzt hatte; er liegt bei 115° C., wenn man mit hinreichender Vorsicht erhitzt, so dafs der Schwefel leicht krystallisirt und sogleich seine gewöhnliche Farbe wieder annimmt.

Hinsichtlich der Schmelzpunkte der Metalle herrscht eine grofse Verschiedenheit in den Angaben. So findet man angegeben für das Zinn 210°, 213°, 230° C., für das Wismuth 256° und 283° C., für das Blei 260°, 322° und 334° C., für das Zink 360° und 370° C.; für das Zink ist die Abweichung am gröfsten, aber die höchste Zahl liegt noch mehr als 50 Grade unter der wahren. Was die Zahl 260 betrifft, die man für das Blei in vielen Tafeln antrifft, so gilt sie offenbar für Réaumur'sche Grade, und man hat vergessen sie in Centigrade umzuwandeln; wenigstens beträgt der Fehler nur etwa zehn Grade, wenn man die von dieser Umwandlung geforderten 65 Grade hinzufügt.

Die Ziffern, welche ich in der Tafel angegeben, gelten für das Luftthermometer. Die Bestimmungen wurden anfangs mit dem Queksilberthermometer gemacht, und darauf mittelst Hrn. Regnault's Tafel, die ich durch Interpolation um ein Hundert von Grade erweitert hatte, umgeformt. Ich operirte mit einem Thermometer mit festem Nullpunkt und bis 460° C. gehend; ich werde darüber bei einer anderen Gelegenheit reden.

Die Schmelzwärme ist nur für das Eis recht ordentlich bekannt; zwei oder drei andere Angaben, die man in den meisten Lehrbüchern findet, sind ganz falsch. Hr. Gay-Lussac giebt in seinen Vorlesungen als Annäherungen Zahlen, die der Wahrheit weit näher kommen, aber bisher nicht gedruckt wurden. Sie sind, wenn man die Schmelzwärme des Wassers als Einheit annimmt, für Zinn 0,205, für Wismuth 0,22, für Blei 0,08 und für Schwefel 0,10.

Durch ein Verfahren, welches Hr. Despretz für unrichtig hält, hat Rudberg gefunden: für Zinn 13,3 Wärmeeinheiten (*calories*) und für Blei 5,8.

Im J. 1840 hat Hr. Despretz in der Academie eine Abhandlung über die beim Schmelzen der Körper absorbirte Wärme gelesen, zwar ohne Zahlenangaben, aber doch mit schätzbaren Nachweisungen über die Art des Verfahrens.

Die Messung der latenten Schmelzwärme implicirt die der specifischen Wärme im starren und im flüssigen Zustand. Diese Gröfsen waren zugleich für keine Substanz bekannt, als ich diese Arbeit anfing; sie sind es nun für dreizehn Substanzen. Die in der Tafel angegebenen specifischen Wärmen belaufen sich auf 25; sie wurden zwischen Temperaturen bestimmt, die von —30° bis +440° C. gehen.

Wirft man einen Blick auf die Tafel der latenten Wärmen, so sieht man, dafs sie nicht die Ordnung der Temperaturen befolgen, und dafs sie sich auch nicht umgekehrt wie die Atomgewichte verhalten, wie man vorausgesetzt hat. Ich habe gefunden, dafs sie mit den Schmelzpunkten und den specifischen Wärmen verknüpft sind durch die Relation:

$$(160 + t)\,\delta = l,$$

worin t den Schmelzpunkt, l die latente Wärme und δ den Unterschied der specifischen Wärmen im starren und flüssigen Zustand bezeichnen. Diese Relation sagt also, *daſs, um die latente Wärme zu erhalten, der Unterschied der beiden specifischen Wärmen so oft genommen werden muſs, als Grade zwischen* $-160°$ *C. und dem Schmelzpunkt liegen.* Berechnet man, mit den Angaben der Tafel und den von Hrn. Regnault bestimmten specifischen Wärmen, die latente Wärme, so findet man, daſs die Formel für sehr verschiedenartige Substanzen, deren specifischen Wärmen von 4,7 bis 79,2, und deren Schmelzpunkte von 0° bis 340° C. gehen, sich ziemlich genau bewährt.

	Latente Wärme	
	berechnet.	beobachtet.
Wasser	79,20	79,25
Chlorcalcium	43,60	45,79
Phosphorsaures Natron	59,70	54,65
Phosphor	4,76	4,71
Schwefel	9,08	9,18
Salpetersaures Natron .	63,52	62,98
Salpetersaures Kali . . .	52,39	46,18

Beim Wachs stieſs ich auf eine Schwierigkeit, die mich anfangs in Verlegenheit setzte. Ich fand dessen specifische Wärme im starren Zustand gröſser als im flüssigen, so daſs, da δ negativ wurde, die Formel ein ungereimtes Resultat gab. Allein die Schwierigkeit verschwand, als ich den Gang der specifischen Wärme verfolgte und ihn mit dem Erweichen verknüpft fand. Die specifische Wärme des Wachses ist zwischen 58° und 12° C. wenigstens eben so groſs als die des Wassers; zwischen 26° und 6° ist sie nur noch 0,52, und zwischen 2° und $-20°$ C. gar nur 0,39. Eine graphische Construction zeigt übrigens, daſs sie constant zu werden trachtet. Zieht man nun von der zwischen 2° und 60° gefundenen specifischen Wärme alles was 0,39 übersteigt als latente Wärme ab, so findet man die Formel anwendbar. Es leuchtet aber ein, daſs die mit dem Erweichen ver-

knüpfte ungeheure Anwuchs der specifischen Wärme mit in die latente Wärme begriffen werden mufs. Beim Phosphorphor findet ein ähnlicher, aber weniger hervortretender Vorgang statt; theoretisch kann man sogar sagen, der allgemeine Fall sey der: dafs sich die latente Schmelzwärme auf eine grofse Strecke der Temperaturscale vertheile und diese Strecke sich bei vielen Körpern beinahe auf einen Punkt reducire. Der Gang des Thermometers beim Erkalten deutet auf diese Unterschiede. So giebt es für gewisse zusammengesetzte Körper keinen wahrhaft festen Punkt bei der Gestarrung, sondern nur eine Verlangsamung in dem Gang des Thermometers.

Ich komme nun zu den Metallen. Ich bemerke zuvörderst, dafs die zu ihrem Schmelzen erforderliche Wärme beinahe proportional zu seyn scheint der Kraft, welche nöthig ist, um ihre Theilchen von einander zu entfernen oder zu trennen. Diefs ist leicht ersichtlich, wenn man die Schmelzwärmen vergleicht mit den Elasticitätscoëfficienten oder mit den Zähigkeitsmessungen. Diefs würde erklären, weshalb das Blei eine so geringe latente Wärme hat.

Die Tafel der specifischen Wärmen zeigt, dafs sie bei Metallen fast gleich ist im starren und im flüssigen Zustand. Die Unterschiede sind von der Ordnung derjenigen, die durch Temperaturänderungen ohne Aenderung des Aggregatzustandes entstehen.

Diese Gleichheit würde mein Gesetz für die latente Wärme gänzlich vernichten; denn wenn δ gleich Null wird, gäbe sie ein falsches Resultat. Man kommt hier nicht aus der Schwierigkeit heraus wie beim Wachs; denn bei den Metallen ist die specifische Wärme im starren Zustande sehr weit vom Schmelzpunkt genommen, und die Veränderung mit der Temperatur ist überdiefs unbedeutend. Da die zu messenden specifischen Wärmen nicht über einige Hundertel hinausgehen, so glaubte ich anfangs, es könnte hier wohl nur eine scheinbare Ausnahme stattfinden, herrührend von sehr voraussetzbaren Fehlern in den Temperaturen, die bis 440° C. gingen. Allein, abgerechnet, dafs

dieselbe Ausnahme auch bei den leichtflüssigen Legirungen vorkommt, hat eine Erörterung über die Fehlergränzen der Verfahrungsarten mir gezeigt, dafs es unmöglich sey, Fehler von solcher Gröfse anzunehmen, dafs sie die Resultate des Versuchs mit denen der Rechnung in Einklang brächten. Ich bin also überzeugt geblieben, dafs die specifische Wärme der Metalle im starren Zustande nahe *gleich* ist der im flüssigen. Man hätte dieſs voraussehen können, wenn man erwägte, dafs das Quecksilber, ungeachtet seiner Liquidität, eine specifische Wärme besitzt, welche die der andern Metalle im starren Zustand kaum übertrifft.

Man würde hienach glauben, es sey unmöglich die Metalle unter das Gesetz zu bringen; allein die Unmöglichkeit verschwindet, wenn man, statt die Formel empirisch zu nehmen, ihren physischen Sinn in's Auge fafst.

Hinsichtlich dieser Auslegung bemerke ich zuvörderst, dafs wenn man darüber übereinkommt, unter Grad die von einer gleichen Wärmemenge erzeugte Temperaturveränderung zu verstehen, eine und dieselbe Temperatur für verschiedene Körper durch verschiedene Zahlen ausgedrückt wird, deren Unterschied aber im Allgemeinen nur sehr gering ist. Nach den Versuchen von Dulong und Petit z. B. übersteigt der Unterschied nicht 4 Grad auf ein Intervall von 300 Graden, bei sehr verschiedenartigen Substanzen, starren, flüssigen, metallischen und nichtmetallischen, wie Glas, Kupfer, Quecksilber, Platin u. s. w. Vernachlässigen wir also diesen kleinen Unterschied.

Seyen nun c und C die specifischen Wärmen im starren und flüssigen Zustand; dann bezeichnet $(160+t)c$ die Wärmemenge, welche zwischen -160° und t° in der Gewichtseinheit des starren Körpers enthalten ist, und fügen wir die latente Wärme l hinzu, so haben wir die in der Flüssigkeit zwischen denselben Gränzen enthaltene Wärme. Da nun aber $C-c=\delta$, so folgt, dafs man als Resultat der Erfahrung haben werde:

$$(160+t)c+l=(160+t)C,$$

d. h. *die Wärme, welche man einer flüssigen Masse entzie-*

ben müfste, um sie bis —160° *zu erkalten, kann, ohne die Aenderung des Aggregatzustandes zu berücksichtigen, berechnet werden, wie wenn diese Masse flüssig bliebe.*

Erwägt man neben diesem Resultat das Phänomen der Ueberschmelzung (*surfusion*), so wird es natürlich zu glauben, dafs der flüssige Zustand in Wahrheit mit den niedrigsten Temperaturen verträglich und die Erstarrung nur etwas Zufälliges ist. Wasser bleibt bis 10° unter seinem Schmelzpunkt flüssig, Phosphor bis 20°, Schwefel noch mehr; ich habe Schwefeltropfen auf Thermometern flüssig bleiben sehen, die auf die gewöhnliche Temperatur herabgekommen waren; die Berührung mit einer Federfahne reichte hin, sie plötzlich zum Erstarren zu bringen. Im Allgemeinen beharrt der flüssige Zustand bei einer desto niedrigeren Temperatur, als man sorgfältig den Einfluſs von Molecular-Attraction vermeidet, und es ist natürlich daraus den Schluſs zu ziehen, dafs wenn diese Attractionen annullirt wären, z. B. durch Isolirung der letzten Molecular-Gruppen, der flüssige Zustand sich unbegränzt lange erhielte. Ein Kilogramm Wasser würde, bei dieser Isolirung der Molecüle, fortwährend bei jeder Senkung um einen Grad eine Wärmeeinheit (*calorie*) verlieren, und nicht eine halbe Wärmeeinheit wie dieſs beim Eise geschieht. Man würde dann ohne Mühe das Resultat der Erfahrung begreifen, dafs die Wärme, welche von der Schmelzung bis zu 160° unter Null verloren geht, gleich ist der dem flüssigen Zustand zukommenden specifischen Wärme, so oft genommen als Grade der Temperatursenkung vorhanden sind.

Wir haben gesehen, dafs die Formel $(160+t)\delta=l$ sich nicht bei den Metallen bewährt; es ist jetzt leicht zu sehen warum. Wir setzten darin für die specifische Wärme des flüssigen Zustandes den oberhalb des Schmelzpunkts gefundenen Werth, während wir in Wahrheit den Werth nehmen müfsten, wie er unterhalb dieses Punktes wäre. Bei vielen Körpern, namentlich denen, die leicht der Ueberschmelzung ausgesetzt sind, fallen diese beiden Werthe zusammen; allein bei den Metallen, wo diese Ueberschmel-

zung, wahrscheinlich wegen der ungeheuren Molecular-Attractionen, kaum merklich ist, ist dem nicht also. Provisorisch läfst sich nicht sagen, dafs die Metalle von dem Gesetz

$$(160+t)(C-c)=l$$

eine Ausnahme machen, weil diese Ausnahme sich nur zeigt, wenn man für C einen anderen Werth setzt, als *wirklich* durch diesen Buchstaben ausgedrückt wird. Um diese Erklärung zu bestätigen, müfste man zeigen, wenigstens durch ein indirectes Verfahren, dafs die specifische Wärme der Metalle im flüssigen Zustand unter ihrem Schmelzpunkt merklich gröfser sey als im starren Zustand; und wirklich zeigen die leichtflüssigen Legirungen Erscheinungen, die zu Gunsten dieser Voraussetzung sprechen.

Als Folgerung aus dieser Formel ergiebt sich eine sehr natürliche Bestimmung des absoluten Nullpunkts. Offenbar ist die latente Schmelzwärme der Unterschied der gesammten Wärme im starren und flüssigen Körper bei der Temperatur des Schmelzens. Nun sagt uns die Formel, dieſs sey auch der Unterschied der von $-160°$ C. an darin enthaltenen Wärmen. Dieſs Resultat ist ganz einfach, wenn der absolute Nullpunkt 160 Grad C. unter dem gewöhnlichen Nullpunkt liegt, während man, wenn man behauptet, er liege niedriger, ohne Grund gezwungen ist anzunehmen, dafs bei $160°$ C. unter Null die specifische Wärme des flüssigen Zustandes genau gleich sey der des starren Zustandes. Wenn man überdiefs sieht, dafs die in der Flüssigkeit enthaltene Wärme sich schon bis $160°$ unter Null durch die Formel $(160°+t)C$ ausdrücken läfst, so kann man wohl nicht Anstand nehmen, diese Formel weiter auszudehnen. Setzt man darin statt $160°$ den Abstand x des gewöhnlichen Nullpunkts vom absoluten Nullpunkt, so hat man $(x+t)C$ für die gesammte Wärmemenge der Flüssigkeit. Eben so hat man $(x+t)c$ für die des starren Körpers, und folglich $(x+t)\delta=l$, weil die latente Wärme l der Unterschied beider gesammten Wärmen ist. Diese Gleichung nun, verglichen mit dem durch $(160°+t)\delta=l$ ausgedrückten Resultat der Erfahrung, giebt $x=160°$ C.

Man glaubt allgemein, dafs die latente Schmelzwärme eine constante Gröfse sey, aber es ist unendlich wahrscheinlich, dafs sie wie die latente Verdampfungswärme variire nach der Temperatur, bei welcher die Aenderung des Aggregatzustandes geschieht. Betrachten wir 1 Kilogramm Eis bei $-20°$ C. Um es auf $0°$ zu bringen, mufs man ihm beinahe 10 Wärmeeinheiten geben, darauf, um es zu schmelzen, 79,2, also im Ganzen 89,2. Welchen Weg man auch einschlage, so mufs man ihm immer, um es auf seinen ursprünglichen Zustand zurückzuführen, all die Wärme nehmen, welche man ihm gegeben hat. Wendet man nun die Ueberschmelzung an: das Wasser, indem es bis $-20°$ erkaltet, verliert 20 Einheiten; es kann also beim Gefrieren nicht mehr als 69,2 verlieren. Das wird also die latente Wärme des Wassers bei $-20°$ C. seyn, und das giebt auch offenbar die Formel $(160° + t)\delta = l$, wenn man darin $t = -20°$ setzt.

Sollte die latente Wärme constant bleiben, so müfste das Wasser, ohne zu gestarren, mit einem Male auf die Hälfte seiner Wärmecapacität herabgesetzt werden, was ganz unwahrscheinlich ist. Ueberdiefs liefert das Studium der leichtflüssigen Legirungen eine neue Probe dieser Veränderlichkeit der latenten Wärme.

Hienach betrachte ich die latente Wärme als den Unterschied der Wärmen, die bei der Erstarrungstemperatur, wie sie auch seyn möge, im starren und im flüssigen Körper enthalten sind. Diefs drückt die Formel $(x + t)\delta = l$ aus, wo x den Abstand des absoluten Nullpunkts vom gewöhnlichen bezeichnet. Da nun die Erfahrung $(160 + t)\delta = l$ giebt, und l in beiden Fällen dasselbe ist, so ist die Gleichheit $x = 160°$ eine strenge Folgerung.

Da dieser Abstand des absoluten Nullpunkts vom Schmelzpunkt des Eises in Graden gleicher Wärmecapacität gegeben ist, und da die gewöhnlichen Grade auf einer grofsen Strecke der Scale auch fast von gleicher Wärmecapacität sind, so folgt, dafs man in der sehr einfachen Formel $(160° + t)c$, worin t die Temperatur des Körpers und c die specifische Wärme desselben bezeichnet, ein

Maafs der gesammten Wärme eines starren oder flüssigen Körpers besitzt; bei den Metallen im flüssigen Zustande hat man die latente Wärme l hinzuzufügen. Diese Formel wird, glaube ich, eine Anwendung finden bei den Untersuchungen über die durch chemische Actionen erzeugte Wärme. Die wirklich erzeugte Wärme läfst sich nicht messen, wenn man nicht die gesammten Wärmemengen kennt, ausgenommen in dem sehr besonderen Falle, wo die Capacität einer Verbindung das Mittel aus den Capacitäten der Bestandtheile wäre.

Die Gesammtwärme der Dämpfe beim Siedpunkt läfst sich durch dieselbe Formel berechnen, wenn man die latente Wärme L hinzufügt. Diese latente Verdampfungswärme kann ebenfalls betrachtet werden als der Unterschied der gesammten Wärmen der Flüssigkeit und des Dampfs bei der Temperatur, bei welcher die Verdampfung geschieht. Bezeichnet also Δ den mittleren Unterschied der specifischen Wärmen der Flüssigkeit und des Dampfs, so hat man $(160^{\circ}+T)\Delta=L$. Folgende Tafel giebt die Resultate der Rechnung für Körper, deren specifische Wärme im flüssigen Zustand bekannt, und deren Verdampfungswärme bei der Temperatur t des Siedens unter $0^{m},76$ wenigstens angenähert bestimmt ist. Es handelt sich hier um Atomgewichte.

	T.	L.	Latente Wärme.	Δ.
Aether	35°,7 C.	426	898	2,17
Schwefelkohlenstoff	46 ,6	502	719	2,42
Holzgeist	66 ,5	582	866	2,56
Alkohol	78 ,8	597	1024	2,50
Wasser	100 ,0	602	892	2,31
Terpenthinöl	156 ,8	653	1764	2,06
Schwefel	316 ,0	724	1392	1,52
Schwefelsäure . . .	326 ,0	748	1791	1,53
Quecksilber	350 ,0	775	988	1,52

Wie man sieht, ändert Δ sich wenig und zwar regelmäfsig; und die Gesammtwärme ist sehr nahe dieselbe für mehre Dämpfe, die in Zusammensetzung und Temperatur stark von einander abweichen, aber darin übereinkommen, dafs sie eine gleiche Spannkraft besitzen.

II. *Ueber das Verhalten des metallischen Zinks gegen Quecksilberauflösungen;* *von Heinrich Rose.*

Das Verhalten des metallischen Zinks gegen die Quecksilberoxyd- und Quecksilberchloridauflösungen ist bemerkenswerth. Das Zink fällt vollständig das Quecksilber aus den Auflösungen des salpetersauren und des schwefelsauren Quecksilberoxyds, nachdem in diesen durch Salpetersäure und durch Schwefelsäure die Fällung der basischen Salze verhindert worden ist. Das Zink verbindet sich dabei nicht mit dem Quecksilber, sondern letzteres scheidet sich als graue Kügelchen aus, die sich auf dem Boden des Gefäfses ansammeln. Das fällende Metall behält dabei sein Ansehen, oder wird nur etwas grauer als vor dem Versuche.

Gegen eine Quecksilberchloridauflösung verhält sich Zink zwar eben so wie gegen die Auflösungen des salpetersauren und schwefelsauren Oxyds; das Quecksilber wird unter denselben Umständen als ein Niederschlag von grauen Kügelchen, und zwar ebenfalls vollständig gefällt, während das Zink sein Ansehn nicht verändert. Hat man hingegen zu der Quecksilberchloridauflösung Chlorwasserstoffsäure gesetzt, so wird die in die Auflösung gelegte Zinkstange sehr bald stark blank und glänzend. Es findet dabei keine Gasentwicklung statt; nur einige Gasblasen adhäriren beständig an der blanken Oberfläche des amalgamirten Metalls. Das Quecksilber wird nur unvollständig aus der Auflösung gefällt, denn selbst nach mehreren Tagen kann in der Auflösung durch Reagentien die Gegenwart des Quecksilbers nachgewiesen werden. Wenn man freilich noch länger das Zink in Berührung mit der Flüssigkeit läfst, so wird endlich auch das Quecksilber vollständig ausgeschieden, aber nicht als ein Niederschlag von grauen Kügelchen, sondern es verbindet sich vollständig mit dem Zink und amalgamirt dasselbe. In jedem Falle wird bei Gegenwart von

freier Chlorwasserstoffsäure das Quecksilber aus der Chloridauflösung bei weitem langsamer und später ausgeschieden und unter ganz andern Erscheinungen, als aus der reinen Chloridauflösung.

Der Erfolg erscheint noch sonderbarer, wenn man den Versuch etwas modificirt. Legt man nämlich eine Zinkstange in Chlorwasserstoffsäure, und gießt, wenn die Wasserstoffgasentwicklung sehr stark im Gange ist, eine Auflösung von Quecksilberchlorid hinzu, so hört plötzlich die Gasentwicklung auf, das Zink wird glänzend und blank, indem es sich amalgamirt, und das Quecksilber ist nach mehreren Tagen nur unvollständig aus der Auflösung ausgeschieden. — Setzt man alsdann Platinchloridauflösung hinzu, so fängt eine Wasserstoffentwicklung wieder an.

Hat man aus einer Quecksilberchloridauflösung durch Zink das Quecksilber vollständig als einen Niederschlag von grauen Kügelchen gefällt, und setzt dann Chlorwasserstoffsäure hinzu, so wird nach kurzer Zeit das Zink blank und amalgamirt, ohne daſs jedoch das einmal als Kügelchen gefällte Quecksilber sich vollständig mit dem Zinke verbindet.

Das Verhalten des amalgamirten Zinks ist in der That auffallend. Schon Döbereiner [1]) hat erwähnt, daſs bei Berührung eines Zinkamalgams mit Säuren keine Gasentwicklung stattfände, und vor kürzerer Zeit hat Millon darauf aufmerksam gemacht, daſs gewisse Metallauflösungen die Wasserstoffgasentwicklung vermittelst Zink und verdünnter Schwefelsäure sehr beschleunigen, von welcher Erscheinung Barreswill eine genügende Erklärung gegeben hat, daſs hingegen Quecksilberchloridauflösung dieselbe auſserordentlich verzögern kann [2]).

Bekanntlich amalgamirt sich das Zink auf die Weise am leichtesten, daſs man es in Chlorwasserstoffsäure taucht und dann erst mit Quecksilber bestreicht. Ein solches amal-

1) Schweigger, Bd. Bd. 17, S. 238.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. 66, S. 449.

gamirtes Zink bleibt vollkommen glänzend, wenn man es in Chlorwasserstoffsäure legt, in welcher es bekanntlich sich fast gar nicht, oder aufserordentlich wenig auflöst, so dafs nur einzelne Gasblasen auf der glänzenden Oberfläche adhäriren.

Man weifs, dafs das amalgamirte Zink sich in elektrischer Hinsicht wie fast ein eigenes Metall verhält, und ungeachtet es von Säuren wenig angegriffen wird, es doch positiver wirkt als Zink allein. — Setzt man daher zu dem amalgamirten Zink, das mit einer verdünnten Säure in Berührung liegt, ein anderes Metall, so fängt sogleich an diesem eine starke Gasentwicklung an, wenn es das amalgamirte Zink berührt.

Es ist indessen nothwendig, dafs wenn das amalgamirte Zink sein merkwürdiges Verhalten, namentlich gegen Quecksilberchloridauflösung behalten soll, immer freie Säure zugegen seyn mufs, ohne welche es wie gewöhnliches Zink wirkt. Bringt man eine amalgamirte Zinkstange in Quecksilberchloridauflösung, so wird durch dieselbe das Quecksilber gerade so wie durch reines Zink als eine Fällung von grauen Kügelchen niedergeschlagen, und das amalgamirte Zink verliert das glänzende Aeufsere. — Eben so reducirt das amalgamirte Zink die Auflösungen des schwefelsauren Kupferoxyds, des salpetersauren Silberoxyds und des essigsauren Bleioxyds, wie das gewöhnliche Zink. Nur besteht ein Unterschied zwischen dem Fällen der Metalle dieser Auflösungen und dem des Quecksilbers aus der Chloridauflösung durch amalgamirtes Zink in sofern, als bei jenen ein Zusatz von Chlorwasserstoffsäure und von Salpetersäure die Reduction der Metalle nicht verhindert oder erschwert, wie bei der Quecksilberchloridauflösung.

Setzt man zu einer Quecksilberchloridauflösung nur wenige Tropfen von Chlorwasserstoffsäure, so wird zwar das Zink amalgamirt, aber durch langes Stehen scheidet sich etwas Quecksilber als graue Kügelchen aus, was nicht der Fall ist, wenn man eine gröfsere Menge von Chlorwasserstoffsäure angewandt hat.

Aehnlich wie Chlorwasserstoffsäure die Fällung des Quecksilbers aus der Chloridauflösung durch Zink verhindert oder erschwert, wirkt auch verdünnte Schwefelsäure. Es scheidet sich in diesem Falle häufig ein fein krystallinisches Salz ab, das aber nur Quecksilberchlorid ist, welches in verdünnter Schwefelsäure schwerer löslich ist, als im Wasser. Später bildet sich ein fein schuppiges krystallinisches Mehl, welches das Zink bedeckt, und auch häufig auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmend erhalten wird. Es ist dieſs Quecksilberchlorür, das durch Zink nicht weiter verändert wird. Es ist auffallend, daſs das Chlorür sich nur durch Zink aus der Chloridauflösung abscheidet, wenn Schwefelsäure hinzugefügt worden ist; nicht durch Zink aus einer reinen Chloridauflösung oder bei einem Zusatze von Chlorwasserstoffsäure. — Wird übrigens zu Zink, welches mit verdünnter Schwefelsäure übergossen worden ist, eine Quecksilberchloridauflösung gesetzt, so hört die Gasentwicklung plötzlich auf eine ähnliche Weise auf, wie bei einem Zusatze von Chlorwasserstoffsäure. Das Zink amalgamirt sich ebenfalls und einzelne Gasblasen adhäriren lange an demselben.

Auch die Salpetersäure hindert die Fällung des Quecksilbers aus der Chloridauflösung durch Zink auf eine ganz ähnliche Weise wie die Chlorwasserstoffsäure und die Schwefelsäure. Auch hierbei bildet sich Quecksilberchlorür.

Hat man durch Uebergieſsung von Zink mit Salpetersäure eine heftige Entwicklung von Stickstoffoxydgas bewirkt, so wird diese durch Hinzufügung von Quecksilberchloridauflösung sogleich gehemmt; das Zink amalgamirt sich.

Es ist bekannt, daſs weder Schwefelsäure noch Salpetersäure im verdünnten und concentrirten Zustande das Quecksilberchlorid zersetzen können.

Das Eisen fällt das Quecksilber aus den Auflösungen seiner Oxydsalze vollständig wie das Zink. Auch aus der Quecksilberchloridauflösung wird das Metall vollständig durch Eisen ausgeschieden, und ein Zusatz von Chlorwasserstoffsäure hemmt weder die Gasentwicklung, noch die

Ausscheidung des Quecksilbers. Da das Eisen sich nicht amalgamirt, so erfolgt die Ausscheidung des Quecksilbers als ein Niederschlag von Kügelchen.

Während das Zink aus einer salpetersauren Quecksilberoxydulauflösung das Quecksilber vollständig ausscheidet, ist es nicht im Stande das Quecksilberchlorür, selbst im frisch gefällten Zustande bei Gegenwart von Wasser zu zerlegen. Die Unlöslichkeit des Salzes kann in sofern wohl nicht die Ursache dieser Erscheinung seyn, da bekanntlich das Chlorsilber äufserst leicht und schnell durch Zink bei Gegenwart von Wasser zersetzt wird. Auch selbst bei Zusatz von Chlorwasserstoffsäure wird das Quecksilberchlorür durch Zink nicht zersetzt, oder nur in einem höchst unbedeutendem Grade, wenn dasselbe auch viele Tage in Berührung mit dem Zink und der Säure gelassen wird. Es findet dabei fast keine sichtliche Gasentwicklung statt, doch enthält die Flüssigkeit nach einiger Zeit Zinkoxyd aufgelöst.

Auch das unlösliche schwefelsaure Quecksilberoxydul wird bei Berührung mit Wasser durch Zink nicht reducirt. Nach vielen Tagen hatte sich indessen etwas Zinkoxyd aufgelöst, und das Zink war ein wenig amalgamirt worden. Bei einem Zusatz von verdünnter Schwefelsäure wird das schwefelsaure Quecksilberoxydul durch Zink mehr, obgleich immer im geringen Grade reducirt. Es findet dabei vom Zinke keine Gasentwicklung statt, das Zink wird aber amalgamirt.

XIII. *Ueber das Schmelzen des Phosphors; von E. Desains.*

(*Compt. rend., T. XXIII, p.* 149.)

Der Zweck dieser Arbeit ist, den Schmelzpunkt des Phosphors, die specifische und die latente Wärme desselben im flüssigen Zustand zu bestimmen.

Die meisten Angaben sagen, der Phosphor schmelze bei 43° C. Um diese Temperatur mit Genauigkeit zu messen, mufs man den Phosphor in einer Röhre unter einer dünnen Wasserschicht schmelzen, mitten ein Thermometer hineinstecken und erkalten lassen, unter Umrühren, so wie die Temperatur auf 42° oder 43° C. gelangt; dann gesteht er und die Temperatur steigt immer auf denselben Punkt, welcher der des Schmelzens oder Erstarrens ist. Befolgt man die Vorsicht des Umrührens nicht, so könnte der Phosphor 15° bis 20° unter diesen Punkt sinken, ohne zu Gestehen, und die latente Wärme, welche er dann beim Erstarren entwickelte, würde nicht hinreichen, ihn auf denselben zu erheben. Der Grad, bei welchem das Thermometer stehen bliebe, hinge ab von dem, bis zu welchem der Phosphor vor dem Gestehen erkaltet wäre, so wie auch von den Wärmeverlüsten in dem umgebenden Mittel, denn je mehr dieses von der entwickelten latenten Wärme aufnimmt, desto weniger bleibt für die Erwärmung des starren Phosphors übrig.

Ich habe für den Schmelz- und Erstarrungspunkt des destillirten Phosphors 44°,2 C. gefunden.

Ich habe gesucht die specifischen Wärmen des Phosphors im starren und im flüssigen Zustand mit einander zu vergleichen. Wenn ich flüssigen Phosphor ohne Umrühren erkalten liefs, sahe ich ihn oft, ehe er gestand, auf 28°, 26° und selbst auf 22° C. hinabsinken; dann erstarrte er von selbst und erwärmte sich, aber niemals bis 44° C. Nach dem Erstarren erkaltete er abermals, und durchlief dieselben Grade, welche er im flüssigen Zustand durchlaufen hatte. Durch Vergleich der Zeiten einer selben Erkaltung in den beiden Zuständen liefs sich das gesuchte Verhältnifs mit desto gröfserer Genauigkeit ableiten als alle äufseren Umstände strenger gleich waren. Ich fand, dafs der Phosphor, flüssig oder starr, zwischen 30° und 22° mit gleicher Geschwindigkeit erkaltet, und schlofs daraus, dafs er in beiden Zuständen eine gleiche specifische Wärme besitze.

Obgleich der Phosphor beim Erstarren sich bis 39° und 40° erwärmt, so beobachtet man doch die vorhergehende Gleichheit nicht mehr. Man findet gleich nach dem Maximum eine sehr langsame Erkaltung, die sich beschleunigt in dem Maafse als die Temperatur sinkt. Diese Anomalie zeigt an, dafs der Phosphor nicht auf einmal gesteht, vielmehr einige Theile erst innerhalb zwei bis drei Minuten erstarren. Die Temperatur steigt so lange als die Menge, welche während einer gewissen Zeit erstarrt, mehr Wärme entwickelt, als die Umgebung aufnimmt; wenn dagegen das umgebende Mittel mehr Wärme entzieht als die Gestarrung in derselben Zeit liefert, erfolgt eine Erkaltung, die sich beschleunigt in dem Maafse als weniger latente Wärme entwickelt wird. Wenn aller Phosphor erstarrt ist, erkaltet er nach den gewöhnlichen Gesetzen.

Ich habe auch versucht, das Verhältnifs zwischen der specifischen Wärme des flüssigen Phosphors und der des Wassers bei gleicher Temperatur zu bestimmen. Ich wandte die Erkaltungsmethode an, ohne jedoch die Körper in ein Vacuum zu bringen. Ich brachte Wasser in einen kleinen Messingcylinder, mitten darin ein Thermometer, und verfolgte die Erkaltung. Darauf nahm ich statt des Wassers flüssigen Phosphor, bedeckt mit einer Schicht Wasser, und beobachtete die Erkaltung in der Luft bei denselben Graden. Ich nahm an, dafs die Erkaltungsgeschwindigkeiten der beiden Körper für einen gleichen Ueberschufs ihrer Temperatur über die des umgebenden Mittels sich umgekehrt verhalten wie die Producte aus den Maafsen in die specifischen Gewichte:

$$\frac{v}{v'} = \frac{m'x + p'}{m + p},$$

m' ist das Gewicht des Phosphors, x seine specifische Wärme und p' das Gewicht des übrigen Apparats, ausgedrückt in Wasser; m ist das Gewicht des Wassers, falls man die Erkaltung desselben beobachtet, und p das des übrigen Apparats, ausgedrückt in Wasser.

So erhält man die specifische Wärme des flüssigen Phos-

phors, bezogen auf die des Wassers bei gleicher Temperatur. Um es auf Wasser von 10° C. zurückzuführen, stützte ich mich auf das von Regnault gefundene Resultat, dafs die specifische Wärme des Wassers gegen 55° C. =1,008 ist, die des Wassers bei 10° zur Einheit genommen; mittelst einfacher Proportionen findet man den mit der Temperatur variabeln Factor, mit welchem man die erhaltene specifische Wärme multipliciren mufs, um sie auf die des Wassers von 10° zu beziehen.

Als Mittel zweier Reihen Versuche bekam ich 0,2 für die specifische Wärme des flüssigen Phosphors zwischen 26° und 50° C., und diefs Resultat wird dadurch bestätigt, dafs Hr. Regnault in seiner ersten Abhandlung über die specifischen Wärmen [1]) gefunden hat, die Zahl 0,1895 könne nicht viel unter dem wahren Werth der specifischen Wärme des starren Phosphors liegen.

Um die latente Wärme des Phosphors zu erhalten, scheint es mir zu genügen, die specifische Wärme desselben zu multipliciren mit der Zahl von Graden, um welche er beim Gestehen steigt. Allein es giebt dabei mehre wichtige Berichtigungen: 1) Vom Augenblick, da die Temperatur vermöge der Erstarrung steigt, bis zu dem, da sie ihr Maximum erreicht, findet in dem umgebenden Mittel ein Wärmeverlust statt, welcher dieses Maximum verringert. 2) Selbst nach diesem Augenblick giebt es noch einen Rest von Phosphor, der gesteht, und, zu Anfang der Erkaltung, die schon bezeichnete Anomalie hervorbringt. 3) Die entwickelte Wärme erwärmt nicht blofs den Phosphor, sondern auch die ihn bedeckende Wasserschicht, das Gefäfs und das Thermometer. Alle diese Fehlerquellen in Rechnung nehmend, finde ich im Mittel aus acht Versuchen die Zahl 5,4 für die latente Wärme des Phosphors.

Diese Resultate wurden durch die Mengungsmethode controlirt; allein statt geschmolzenen Phosphor in kaltes Wasser zu schütten, tauchte ich kalten Phosphor in heifses Wasser. Dieses Wasser befand sich in einer Atmos-

1) Annalen, Bd. 51, S. 231.

phäre von warmer Luft, in welcher es eine constante Temperatur höher als die der Schmelzung des Phosphors bewahren konnte. Der Phosphor erkaltete es, indem er sich erwärmte und schmolz, aber zuletzt blieb er flüssig am Boden des Wassers liegen, und wenn man ihn damit schüttelte, mufste er genauer die Temperatur desselben annehmen, als wenn er starr gewesen wäre. Mittelst der gewöhnlichen Gleichungen für die Vermengungsmethode konnte ich sonach finden, ohne die spécifische Wärme des Phosphors als bekannt vorauszusetzen, dafs die Gewichts-Einheit dieses Körpers 10,910 Wärme-Einheiten erfordert, um von 19°,77 auf 50°,06 zu gelangen, welches Intervall seine Schmelzung mit einschliefst. Durch Combination dieses Resultats mit denen, die Hr. Regnault in seiner Abhandlung über die specifischen Wärmen gegeben hat, erhält man die specifische und die latente Wärme des flüssigen Phosphors, blofs bestimmt durch die Vermengungsmethode.

In der That hat Hr. Regnault in einem Versuch gefunden, dafs die Gewichtseinheit Phosphor 22,669 Wärmeeinheiten erfordert, um von 8°,64 auf 98°,42 überzugehen, und in einem andern 21,832 Einheiten, um von 10°,64 auf 97°,85 zu gelangen. Mittelst der specifischen Wärme 0,1895 und der oben gefundenen Gröfse 10,910 ergiebt sich leicht, was die Gewichtseinheit flüssigen Phosphors erfordert, um von 50°,06 auf 98°,42 oder 97°,85 überzugehen, und durch Division hat man dann die specifische Wärme des flüssigen Phosphors zwischen 50 und 100. Sonach findet man 0,1996 für den ersten Versuch und 0,192 für den zweiten, also im Mittel 0,196.

Da diese beiden Bestimmungen mehr von einander abweichen, als die kleinere 0,192 von 0,189 abweicht, so beweisen sie nicht, dafs der Phosphor beim Uebergang aus dem starren in den flüssigen Zustand eine wahrnehmbare Aenderung seiner specifischen Wärme erleidet. Nimmt man das Mittel 0,194 der drei Zahlen 0,1996, 0,192 und 0,189 als specifische Wärme des Phosphors zwischen 0° und 100°, und bedient man sich dieses Werthes, um von den Wär-

memengen 22,669, 21,832 und 10,910 das abzuziehen, was der jeder von ihnen entsprechende thermometrische Effect hervorbringt, so werden die Reste die latenten Wärmen seyn. Sonach findet man die drei Zahlen 5,25, 4,91 und 5,03, deren Mittel 5,06 ist.

Stellt man die von beiden Methoden gelieferten Zahlen neben einander, so hat man:

Mengungsmethode.		Erkaltungsmethode.	
Specifische Wärme zwischen 0° und 100°	0,194	Specifische Wärme zwischen 26° und 50°	0,200
Latente Wärme	5,06	Latente Wärme	5,4

Da bei der Mengungsmethode, auf schlecht leitende Körper angewandt, die wahrscheinlichen Fehler im Minus liegen, so hielt ich es für besser, die von der anderen Methode gelieferten, etwas gröfseren Mittelwerthe anzunehmen.

XIV. *Ueber Schiefswolle, deren chemische Zusammensetzung und Eigenschaften, verglichen mit denen des Braconnot'schen Xyloidins.*

In der Allgemeinen Zeitung vom 3. Jan. d. J. geben die HH. Schönbein und Böttger folgende Mittheilung:

Obgleich die Unterzeichneten hätten wünschen müssen mit der Bekanntmachung der chemischen Zusammensetzung der Schiefswolle noch einige Zeit zu warten, so finden sie sich doch durch mehrere Gründe bestimmt, ihr Stillschweigen früher als sie es sonst gethan zu brechen und folgende Mittheilung der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Sie haben gefunden, dafs das beste Auflösungs- und Reinigungsmittel für explodirende Holzfaser überhaupt wie für Schiefswolle insbesondere der *Essigäther* ist. Mit Hülfe dieses Lösungsmittels lassen sich jene explosiven Stoffe sehr leicht in vollkommener Reinheit darstellen.

Die

Die Analyse ihrer bei +100° C. im Wasserbade eine Stunde lang getrockneter Schiefswolle lieferte folgendes Ergebnifs. In 100 Th. wurden

	gefunden	berechnet
Kohlenstoff	27,43	28,1
Wasserstoff	3,54	3,1
Stickstoff	14,26	14,5
Sauerstoff	54,77	54,3

Das durch Alkohol vollkommen gereinigte Xyloidin besteht, einer Analyse des Hrn. Ballot zufolge [1]) aus,

	gefunden	berechnet.
Kohlenstoff	37,29	37,31
Wasserstoff	4,99	4,84
Stickstoff	5,17	5,76
Sauerstoff	52,55	52,09.

Bei einer schon oberflächlichen Vergleichung dieser Analysen ersieht man, dafs die Zusammensetzung unserer Schiefswolle von der des *Xyloidins* bedeutend abweicht, und jene eine an Kohlenstoff ärmere oder an Sauerstoff reichere Verbindung als die Braconnot'sche Materie ist, die Schiefswolle somit auch bei ihrer Verbrennung mehr Gas erzeugen, eine stärkere Explosivkraft besitzen und weniger Rückstand hinterlassen mufs als das Xyloidin.

Auch aus dem Verhalten beider Stoffe gegen andere Agentien erkennt man leicht deren charakteristische Verschiedenheit. So wird, um hier nur einiger Reactionen Erwähnung zu thun, Xyloidin, besonders in der Wärme, von der concentrirtesten Essigsäure gelöst, und nach Zusatz von Wasser unverändert wieder in flockiger Gestalt daraus abgeschieden. Schiefswolle ist dagegen in dieser Säure völlig *unlöslich*.

Xyloidin löst sich ferner bei längerem Kochen in Salzsäure von 1,12 spec. Gew., desgleichen in Salpetersäure von 1,38 spec. Gew. zu einer farblosen Flüssigkeit auf, aus

1) Annalen der Pharmacie und Chemie, Bd. 45, S. 47.

welcher bei Wasserzusatz keine Fällung erfolgt; es erscheint durch diese Behandlung völlig zersetzt. Schiefswolle verhält sich zu den erwähnten zwei Säuren gänzlich indifferent.

Xyloidin löst sich theilweis in absolutem Alkohol und fast ganz in alkoholhaltigem Schwefeläther zu einer farblosen gallertartigen Masse, die, auf eine glatte Fläche gestrichen, nach dem Verdunsten des Lösemittels eine mattweifse, undurchsichtige, nicht ablösbare Haut hinterläfst. Schiefswolle ist in genannten Flüssigkeiten so gut wie unauflöslich.

Xyloidin zu einem Häufchen aufgeschüttet und mit einer glimmenden Kohle berührt, brennt ruhig mit Flamme ab, unter Hinterlassung eines sich rauh anfühlenden kohligen Pulvers. Schiefswolle brennt blitzschnell ab, ohne den mindesten Rückstand zu lassen.

Xyloidin entzündet sich bei 180° C. Schiefswolle, im Oelbade einer Temperatur von 230° C. ausgesetzt, entzündet sich momentan

bei 200° C. erst nach Verlauf von 12 Secunden
- 107 - - - - - 30 -
- 150 - - - - - 12 Minuten
- 130 niemals.

Was den Einfluſs betrifft, welchen die Reibung auf trockne Schiefswolle ausübt, so haben die vielen Schiefs- und Sprengversuche, welche wir damit anstellten, dargethan, dafs die bei den erwähnten Operationen stattfindenden Reibungen niemals eine Explosion veranlafsten. Nur wenn dieselben so heftiger Natur sind, dafs die dadurch auftretende Wärme-Entwicklung der Entzündungstemperatur gleich kommt, kann sich Schiefswolle entflammen, was aber bekanntlich nach den sorgfältig angestellten Versuchen der Professoren Reich und Kersten bei gewöhnlichem Schiefspulver auch der Fall ist [1]). Mäfsig starke Hammerschläge gegen auf einem Amboſs liegende Schiefswolle geführt, verursachen zwar einen Knall und eine Zerstäubung der Wolle,

1) Jahrbuch für Berg- und Hüttenmann, 1841, S. 115.

ohne dafs aber diese sich entzündet. Reibt man Schiefswolle mit gröblich zerstofsenem harten Natronglase in einem porcellanenen Mörser anhaltend und stark, so findet niemals eine Entzündung derselben statt.

Ueber die Triebkraft der Schiefswolle, so wie deren Bereitungsweise u. s. w., werden die Unterzeichneten später die Resultate ihrer Versuche mittheilen, und sie können nur bedauern, in ihren wissenschaftlichen Untersuchungen durch so manche voreilige und rücksichtslose Schritte Anderer mannigfach sich gestört zu sehen.

Basel und Frankfurt a. M., im December 1846.

Zusatz. Die bald nach Bekanntwerdung der Schönbein'schen Entdeckung wohl zuerst durch Prof. Otto, zu Braunschweig (Deutsche allg. Zeit. v. 5. Oct. 1846), verbreitete Meinung, als sey die Schiefswolle identisch mit dem i. J. 1833 von Braconnot [1]) entdeckten Xyloidin, kann nach obiger Mittheilung sicher als hinreichend widerlegt angesehen werden, um so mehr, da auch anderweitige Untersuchungen zu einem gleichen Ergebnifs geführt haben.

So giebt Hr. Dr. Pettenkofer zu München, in der Allgem. Zeit. vom 12. Dec. 1846, als das Ergebnifs seiner mit Baumwolle, Xyloidin und Schiefswolle angestellten Analysen folgende Zahlen:

	Baumwolle		Xyloidin		Schiefswolle	
	Gewicht.	Atome.	Gewicht.	Atome.	Gewicht.	Atome.
Kohlenstoff	44,5	12	36,76	12	26,08	12
Wasserstoff	6,1	10	4,79	9	2,52	7
Stickstoff			5,65	1	5,10	1
Sauerstoff	49,4	10	52,80	14	66,30	23

von welchen die letzteren mit einer Gewichtszunahme der Baumwolle, bei Umwandlung in Schiefswolle, im Verhältnifs 100 : 170 übereinkommen.

Selbst in Paris, wo man die Schönbein'sche Entdekkung vom ersten Augenblick ihrer Bekanntwerdung an mit grofsem Eifer verfolgt hat, wie die zahlreichen Aufsätze und

1) *Ann. de chimie et de physique, T. LII, p.* 290.

Notizen in den *Compt. rend.* der Academie zur Genüge beweisen (*T. XXIII, p.* 806, 837, 861, 837, 861, 874, 892, 940, 980, 982, 983, 999, 1020, 1085, 1087, 1090, 1140), ist man von obiger Meinung längst zurückgekommen.

Pelouze, der sie anfangs hegte, ist sehr bald zu der entgegengesetzten übergegangen, selber zugebend, dafs, obwohl er durch seine Arbeiten im J. 1838 (*Compt. rend. T. VII, p.* 213), und namentlich durch Darstellung eines mit Salpetersäure bereiteten leicht entzündlichen Papiers (*papier-ministre*), der Entdeckung der Schiefswolle und ihrer technischen Anwendung sehr nahe gewesen sey, dennoch Hrn. Professor Schönbein das Verdienst in dieser Sache verbleibe.

Er belegt die Schiefswolle (*coton-poudre, fulmi-coton*) mit dem Namen *Pyroxyline* oder *Pyroxyle*, und giebt für sie, unter Voraussetzung, dafs sie das einzige Product bei Behandlung der Baumwolle mit Salpetersäure sey, folgende Zusammensetzung:

	Gefunden.	Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	26,66	34,80	12
Wasserstoff	3,70	4,34	11
Sauerstoff	59,28	54,09	22
Stickstoff	10,36	6,77	2

nach welcher (von der Erfahrung etwas stark abweichenden) empirischen Formel er die rationelle aufstellt:

1 At. Baumwolle + 2 At. Salpetersäurehydrat − 1 At. Wasser

$$C_{12}H_{10}O_{10} + 2(NO_5.HO) - HO,$$

während er für das Braconnot'sche Xyloïdin (das bei der Behandlung von Baumwolle oder Stärkmehl, Sägespänen, Leinwand, Mimosengummi etc. mit kalter concentrirter Salpetersäure aus dieser durch Wasser gefällte weifse Pulver) zu dem Resultat gelangt:

$$C_{12}H_{10}O_{10} + NO_5.HO - HO.$$

Späterhin hat Hr. Peligot die Schiefswolle analysirt. Er bereitete sie 1) nach dem zuerst vom Dr. Knop, zu Leipzig, veröffentlichten Verfahren durch 5minutliches Ein-

tauchen der Baumwolle in ein Gemisch von 1 Vol. concentrirter Schwefelsäure und 2 Vol. rauchender Salpetersäure; 2) durch ähnliches Eintauchen in ein Gemisch aus gleichen Volumen beider Säuren. Von letzterer untersuchte er zwei Proben, die eine von ihm, die andere von Hrn. Pelouze dargestellt. Seine Analysen ergaben:

	Beobachtet.			Berechnet.
	I.	II *a.*	II *b.*	
Kohle	22,3	22,5	23,2	22,8
Wasserstoff	25,5	23,8	26,4	25,6
Salpetersäure	52,0	52,7	50,4	52,6.

Die Rechnung gründet sich auf die Formel:

$$C_{12}H_9O_9.3NO_5 = C_{12}H_{10}O_{10} + 3NO_5 - HO.$$

Ferner hat Hr. Ransome, zu Manchester, eine Analyse der Baumwolle und Schiefsbaumwolle (*Gun-Cotton*) geliefert (*Phil. Magaz., Vol. XXX, p.* 1). Er findet:

	Baumwolle		Schiefswolle	
	Beobacht.	Berechn.	Beobacht.	Berechn.
Kohlenstoff	44,20	44,44	26,28	26,82
Wasserstoff	7,04	6,17	3,16	2,94
Sauerstoff	48,76	49,39	60,36	59,70
Stickstoff			10,20	10,54

entsprechend den Formeln:

Baumwolle $= C_{12}H_{10}O_{10}$

Schiefswolle $= C_{12}H_8O_{20}N_2 = C_{12}H_{10}O_{10} - 2H + 2NO_5$.

Endlich ist auch, zufolge einer Notiz im *polytechnischen Centralblatt*, 1847, S. 38, von den HH. E. Schmidt und F. Hecker, zu Chemnitz, die Schiefswolle in Untersuchung genommen, und im Mittel aus acht Analysen gefunden worden: 25,3 Kohle, 2,7 Wasserstoff, 15,5 Stickstoff und 59,3 Sauerstoff, entsprechend: $C_{24}H_{15}N_5O_{40}$.

Wie man sieht, weichen die bisher angestellten Analysen der Schiefswolle noch beträchtlich von einander ab, was wohl zum grofsen Theil darin seinen Grund haben

mag, dafs bei der Einwirkung von Salpetersäure auf Baumwolle mehre ähnlich zusammengesetzte Producte entstehen, und auf die Trennung derselben meistens nicht Bedacht genommen worden ist.

Schliefslich mögen hier aus den zahlreichen Verhandlungen über die Schiefsbaumwolle noch drei Bemerkungen Platz finden: 1) dafs dieselbe sich ganz so wie die Baumwolle mit jedem beliebigen Pigment färben läfst, ohne *ihre* explodirenden Eigenschaften zu verlieren (Polytechn. Centralblatt, 1847, S. 39); — 2) dafs sie, den HH. Bernard und Barreswil zufolge, ganz unverändert durch den thierischen Körper geht (*Compt. rend., T. XXIII, p.* 944), — und 3) dafs sie, nach Hrn. Bowman, im hohen Grade ein Isolator der Elektricität ist (wie das elektrische Papier, s. Annalen, Bd. 68, S. 159), und demnach von Baumwollenfäden, die mit Salpetersäure gehörig behandelt worden sind, bei elektrischen Versuchen eine nützliche Anwendung zum Isoliren gemacht werden kann. (*Phil. Magaz.*, 1846, *Vol. XXIX*, *p.* 500.)

XV. *Ueber die Lichterscheinungen bei der Volta'schen Säule; von Hrn. van Breda in Harlem.*

(*Compt. rend., T. XXIII, p.* 462. Ein Schreiben an Hrn. Arago.)

Die Arbeit, welche ich mit Hülfe der kräftigen Batterie des Teyler'schen Museums über Molecularphänomene unternommen habe, ist noch lange nicht beendigt. Da ich indefs in den *Compt. rend.* (*T. XXII, p.* 690) einen Auszug von einer Abhandlung des Hrn. De la Rive über dieselben Erscheinungen finde, und ihr berühmter Verfasser darin einige Resultate angiebt, die nicht ganz mit denen meiner Versuche übereinzustimmen scheinen, so glaube ich im Interesse der Wissenschaft zu handeln, wenn ich Ihnen einige der vorzüglichsten der von mir gefundenen Thatsachen mittheile, mir vorbehaltend, sie ausführlicher zu be-

schreiben, sobald ich mehre andere Versuche, für welche die Apparate bestellt sind, beendigt haben werde.

Die Grove'sche Batterie des Teyler'schen Museums besteht aus 60 Zellen, deren Platten 45 Quadratzoll engl. halten. Ich liefs zunächst einen Apparat construiren, mittelst dessen ich den Lichtbogen im Brennpunkt eines Mikroskops hervorbringen konnte. Unter dem Mikroskop liefs ich eine Metallspitze bewegen, bald gegen eine zweite Spitze der Art, bald gegen eine Metallplatte. Die Bewegung geschah mittelst einer Mikrometerschraube, welche Hundertel eines Millimeters zu bestimmen erlaubte.

Niemals, und darin stimme ich vollkommen mit dem berühmten Genfer Professor überein, konnte ich eine Fortführung der Materie erhalten, wenn nicht zuvor Contact stattgefunden hatte. Ich hielt die beiden sehr scharfen Spitzen in einem gegenseitigen Abstand, der nicht $\frac{1}{100}$ Millimeter überstieg, ohne dafs zehn Zellen meiner grofsen Batterie den Anfang einer Fortführung bewirken konnten. Sobald Contact stattfindet, tritt der Strom ein, hört aber sogleich wieder auf, wenn die Spitzen sehr scharf sind, weil sie an ihren Enden geschmolzen und längs den Elektroden abgestofsen werden, eine Erscheinung, die mit einer anderen zusammenhängt, welche ich weiterhin besprechen und in einer künftigen Abhandlung näher betrachten werde.

Als ich indefs zehn Zellen von gewöhnlicher Gröfse anwandte, dauerte der Strom nach dem Contacte fort, und ich beobachtete sehr gut unter dem Mikroskop, was vorging, wenn ich die beiden Spitzen von einander oder die eine von der Platte entfernte. Da die Abstofsungskraft geringer war, so sah ich, dafs, sobald der Contact stattfand, die flüssige Masse, das geschmolzene Metall, der Bewegung des Entfernens der Spitze folgte, und sowohl an der Spitze als an der Platte haften blieb, während es von dem einen Pol zu dem andern getrieben ward, eine Bewegung, die ich mit dem Mikroskop recht gut wahrnahm; zugleich verbrannte das Metall und erzeugte das unter dem Namen des galvanischen Bogens bekannte Licht.

Diese Erscheinung ist nicht die des Substanztransports zwischen zwei von einander entfernten Polen. Freilich kann man, wenn man die Spitzen plötzlich von einander entfernt, den flüssigen Metallfaden, durch welchen der Strom bei diesem Versuch geleitet wird, zerreifsen, und alsdann geschieht der Substanztransport durch die Luft; allein mir scheint, dafs es immer einige Schwierigkeit haben werde, zu erkennen, welche der Erscheinungen stattfinde. Man kann nicht immer entscheiden, ob der Transport der geschmolzenen Materie in dem ununterbrochenen Faden geschieht oder in der Luft, ohne dafs die Spitzen durch irgend eine Materie verbunden sind.

Die Erscheinungen, welche man nach vorherigem Contact beobachtet, sind, wie mir scheint, verwickelter Natur, und müssen zu unsicheren Resultaten führen.

Glücklicherweise konnte ich einen Kunstgriff benutzen, der mir erlaubte, einen Strom mit Fortführung der Theilchen herzustellen, als die Elektroden einen ziemlich beträchtlichen Abstand von einander hatten, und ohne dafs der geringste Contact stattfand.

Dieser Kunstgriff besteht darin, dafs man eine elektrische Entladung überschlagen läfst zwischen den beiden Spitzen oder zwischen der Spitze und der Platte, nachdem man diesen zuvor den Abstand gegeben hat, bei welchem die Wirkung des Stroms eine Fortführung gestattet. So wie der elektrische Strom übergeht, sey es vom positiven Pol zum negativen oder umgekehrt, stellt sich sogleich der Strom ein und die Fortführung der Theilchen beginnt [1]).

Nachdem so eine erste Fehlerquelle, welche der vorherige Contact mir einzuführen schien, entfernt worden war, beobachtete ich, dafs noch eine übrig bliebe, nämlich die Verbrennung der Metalltheilchen, deren Fortführung nicht ohne grofse Wärmeentwicklung geschieht.

Um diese Verbrennung unmöglich zu machen, stellte ich meine Versuche im Vacuo der Luftpumpe an. Ein zu

1) Dieser Kunstgriff ist übrigens schon bekannt, rührt, nach Sturgeon, von Sir Herschel her. S. Ann., Bd. 49, S. 122. *P.*

dem Ende von Hrn. Logeman, einem unserer geschicktesten Künstler, angefertigter Apparat, welchen ich nach Beendigung meiner Versuche ausführlich beschreiben werde, hat allen meinen Wünschen entsprochen.

Mittelst dieses Apparats war es mir leicht die Elektroden unter einer fast luftleeren Glasglocke zu nähern und zu entfernen, und wenn ich zwischen den Spitzen oder der Spitze und Platte, welche die Enden der Elektroden bildeten, die Entladung einer Leidner Flasche überschlagen liefs, konnte ich die Fortführung der Theilchen *ohne Contact und im Vacuo* bewerkstelligen.

Die Fortführung geschah noch, sobald zwischen zwei Kugeln eine Metallplatte, und sogar eine Platte von anderem Metall als die Kugeln eingeschaltet war.

Sie bietet im Vacuo eins der schönsten Schauspiele dar; ich zweifle nicht, dafs man sie bald in allen physikalischen Vorlesungen, wo man hinreichend starke Apparate besitzt, wiederholen werde.

Die Fortführung geschieht nicht blofs, wie in der Luft, unter der Form einer Flamme oder eines sehr intensiven Lichts, sondern, wenn der Abstand nicht zu grofs ist, werden die Theilchen in Form von Funken fortgeschleudert: die Materie kommt aus den Elektroden in rothglühenden glänzenden Kügelchen hervor, welche in Feuergarben gegen die Platte schiefsen, die man zwischen die beiden Kugeln eingeschaltet hat.

Durch dieses Mittel kann man die Frage beantworten, welche Hr. De la Rive in seiner letzten Abhandlung aufwirft: Es ist sehr schwierig, sagt der berühmte Gelehrte, zu bestimmen, welches der Zustand des glühenden Systems der von Pol zu Pol übergeführten Theilchen sey. Ist es ein flüssiger Zustand, oder eine Art gasförmiger oder blofs ein staubförmiger? Diefs kann durch einen blofsen Blick auf die Erscheinung nicht entschieden werden. Der physische Zustand des Niederschlags scheint zu beweisen, dafs die Theilchen, wenigstens in einigen Fällen, einen flüssigen oder gasförmigen Zustand hindurchgegangen sind.

Ohne allen Zweifel wurde, bei meinen Versuchen, die Materie im flüssigen Zustand übergeführt. Sehr beträchtliche, dem bloſsen Auge recht sichtbare Theilchen, zurückgeworfen von der Oberfläche der Elektroden, gegen welche sie geschleudert wurden, können, nach dem Versuche, in Form von Kügelchen in bedeutender Menge am Boden des Apparats gesammelt werden. Sie prallen sogar mit solcher Kraft ab, daſs sie, noch flüssig, gegen die Wand der zum Versuch angewandten Glocke fliegen, daselbst das Glas schmelzen und darin sitzen bleiben.

Diese Theilchen sind ganz kugelrund, waren also geschmolzen. Man kann sie mit dem Auge verfolgen, von der Elektrode, von welcher sie ausgehen, bis zur andern, plattenförmigen Elektrode, welche sie zurückwirft, und bis zum Boden der Glocke, wo sie sich sammeln lassen. Wendet man Eisen an, so sind sie vom Magnet sehr anziehbar.

Eine wichtige Folgerung, die mir aus diesen Versuchen hervorzugehen scheint, ist die, daſs die von dem einen Pol *ausgestoſsenen* Theilchen von dem andern nicht verändert werden. Denn wenn dieſs der Fall wäre, würden wohl die Theilchen, die von einer Kugel zu einer Platte übergehen, nach allen Seiten zurückgeworfen werden?

Was die Richtung des Transports der Materie betrifft, so hegt Hr. De la Rive dieselbe Meinung wie seine Vorgänger. Er nimmt an, dieser Transport geschehe nur vom positiven Pol zum negativen. Ich habe Ursache zu glauben, man werde, bei Wiederholung der Versuche unter den angezeigten Vorsichtsmaſsregeln, finden, daſs diese Meinung einer weiteren Prüfung bedürfe.

Alle meine Versuche im Vacuo zeigen mir, daſs die Fortführung nach beiden Seiten geschieht, gleichzeitig vom positiven zum negativen und vom negativen zum positiven Pol. Die Menge der fortgeführten Substanz hängt von der Natur und der Form der Elektrode ab.

Auf einer sehr empfindlichen Wage wägte ich die beiden Elektroden sehr genau, erst vor dem Versuch und dann nach demselben. Und siehe da: der Gewichtsverlust am negativen Pol übertraf den am positiven.

Ueberdiefs scheint mir, man drücke sich unrichtig aus, wenn man sagt, die Materie werde von dem einen Pol zum andern transportirt. Meine Versuche scheinen, wie oben gesagt, anzudeuten, dafs die Theilchen der Elektroden von beiden Seiten im Raume fortgeschleudert werden, was nicht verhindert, dafs einige dieser Theilchen zum gegenüberstehenden Pol gelangen, und sich an dessen Fläche, die im Zustande des Schmelzens ist, anheften.

Der gröfsere in dem Raum fortgeschleuderte Theil indefs fällt nieder und kann am Boden des angewandten Gefäfses gesammelt werden. Diefs Zurückwerfen ist besonders sichtbar, wenn man eine Kugel und eine Platte anwendet. Die Oberfläche der Platte sendet die Materie, indem sie dieselbe zurückwirft, zum andern Pol zurück, und hält sie nicht an sich, wie geschehen müfste, wenn eine Anziehung stattfände.

Hier das Detail einiger meiner Versuche:

1) Zwei Eisenkugeln an den Elektroden. Der Versuch geschieht im Vacuo und ohne vorherigen Contact. Die Kugel am positiven Pol wird vor und nach dem Versuch gewägt; sie hat durch Wirkung des Stroms 309 Milligrm. verloren; die am negativen Pol 55 Milligrm. Beide sind kraterförmig ausgetieft.

2) Zwei Kupferkugeln an den Elektroden. Zwischen beide ist eine dicke Eisenplatte isolirt eingeschaltet. Der Versuch, wie der vorhergehende, im Vacuo angestellt. Die Schliefsung wird, wie bei jenem, durch eine elektrische Entladung bewirkt. Die Kugel am positiven Pol hat 63 Milligrm. gewonnen; sie ist überzogen mit Eisen. Die am negativen Pol hat 360 Milligrm. zugenommen; sie ist ebenfalls mit Eisen bedeckt. Die eingeschaltete Eisenplatte hat 327 Milligrm. verloren, und man gewahrt Spuren von Kupfer darauf.

3) Eine Eisenkugel am positiven Pol; ein Kegel von Coak, nach Bunsen'scher Weise bereitet, am negativen Pol. Der Abstand beträgt zu Anfange des Versuchs 3 Millimeter. Nachdem er 33 Secunden fortgesetzt worden, hat das Eisen 32 Milligrm. verloren. Der Coak hat 5 Mil-

ligramm verloren, und ist dennoch mit Eisen oder vielmehr Stahl bedeckt.

4) Eine Eisenkugel am negativen Pol; ein Kegel von Bunsen'schem Coak am positiven. Das Eisen hat in 33 Secunden 80 Milligrm. verloren, fast eben so viel wie im vorigen Versuch, welcher der umgekehrte von diesem ist. Der Coak am positiven Pol hat 25 Milligrm. verloren. Die Ränder an der Vertiefung im Coak sind merkwürdig hart, sie ritzen die besten Feilen.

Nach allem diesen scheint es mir nicht zweifelhaft, dafs die Materie zu gleicher Zeit von beiden Polen fortgestofsen werde. Es fragt sich nur noch, ob an beiden Seiten die Menge gleich sey. Die beiden folgenden Versuche scheinen mir diese Gleichheit zweifelhaft zu machen; allein dieser Punkt bedarf weiterer Versuche zu seiner Entscheidung.

5) Eine Kupferplatte am positiven Pol, eine Kupferspitze am negativen. Die Spitze schmilzt und fliefst ab, die Platte gewinnt 22 Milligrm. So wie der elektrische Funke den Strom eingeleitet hat, wird eine schöne bläuliche Flamme gegen die Platte reflectirt.

6) Die Kupferplatte am negativen Pol, die Kupferspitze am positiven. Die Spitze schmilzt und die Platte gewinnt 30 Milligrm.; allein das Licht ist weniger intensiv, und der Strom verschwindet, als der Abstand zwischen den Polen durch das Schmelzen der Spitze nur wenig vergröfsert worden ist, während beim fünften Versuch der Strom nicht eher aufhörte, als bis durch das Schmelzen der Spitze der Abstand zwischen den Polen auf 2 Centimet. gestiegen war. Zu Anfange des Versuchs betrug dieser Abstand nur eben so viele Millimeter.

Wenn ich den Abstand zwischen zwei Kugeln oder zwischen einer Kugel und einer Platte hinreichend klein nehme, so bringe ich, ohne vorherigen Contact, mit einer Säule einen Metallfaden hervor, der die beiden Elektroden mit einander verknüpft und den Strom unterhält.

Endlich empfehle ich Ihrer Beachtung noch einen Ver-

such, der mir die Abstofsung, welche zwischen den den Strom leitenden Metalltheilchen stattfindet, zu beweisen scheint.

Führt man nämlich den Strom einer Batterie von 60 Elementen durch einen Draht von Platin, Eisen, Kupfer oder sonst einem Metall, so kommt das Metall anfangs zum Glühen, dann schmilzt es, und dieser Faden geschmolzenen Metalls, in welchem man mannigfache Bewegungen erblickt, reifst nach einigen Augenblicken an einem unbestimmten Ort, und die dadurch gebildeten Enden werden längs dem Draht ziemlich weit fortgeschleudert; nach dem Versuch endet also dieser Draht an der Stelle, wo er durch die Gewalt des Stroms zerrissen ward, in zwei Kügelchen. Diefs Phänomen wird von keiner Lichtentwicklung, von keiner Verbrennung begleitet. Der Draht gewinnt oder verliert in diesem Versuche nichts an Gewicht; es zeigt sich nichts als der gewöhnliche Funke im Moment, da die Repulsion ihre Wirkung ausübt oder der Draht in zwei Stücke zertheilt wird [1]).

XVI. *Bemerkung zum Aufsatz des Hrn. Frapolli; von Bernhard Cotta.*

Professor der Geognosie in Freiberg.

Der Aufsatz des Hrn. Frapolli über die Lagerung der secundären Flötze im Norden des Harzes, nebst einigen Betrachtungen über die Bildupg der Gypse, Dolomite und Steinsalze, in No. 12 des 69. Bandes dieser Annalen, veranlafst mich darauf aufmerksam zu machen, dafs die in demselben entwickelten *Ideen* über die Bildung von Gyps, Dolomit und Steinsalz auch von mir schon in v. Leonhard's

1) Wir erinnern hier an die verwandte und gründliche Arbeit des Hrn. Dr. Riefs über das Glühen und Schmelzen von Metalldrähten durch Elektricität; Annalen, Bd. 65, S. 481. *P.*

und Bronn's Jahrbuch, 1845, S. 79 und 82, und in der zweiten Auflage meiner Geognosie, S. 150 und 151, ausgesprochen wurden, aber freilich auch nur als Ideen. Hrn. Frapolli, wie mir, fehlt der *Beweis*; doch bin ich damit beschäftigt, den vermutheten Bildungsgang durch Experimente nachzuahmen, deren Resultate ich im Falle des Gelingens veröffentlichen werde.

Aufserdem glaube ich durch die S. 306 meiner Geognosie mitgetheilten Beobachtung nachgewiesen zu haben, dafs der Gyps zuweilen auch eruptiv auftritt (wenn auch vielleicht nur in Folge der Volumenvermehrung bei seiner Umwandlung aus Kalkstein), und dafs somit diese Annahme vieler Geologen, unter gewissen Modificationen des Begriffes eruptiv, keineswegs zu verwerfen ist.

Was endlich die der Natur der Sache nach sehr hypothetische Erklärung der grofsartigen parallelen Fältelung der den Harz umgebenden Flötzschichten betrifft, so bedauere ich, dafs Hr. Frapolli dabei die Beobachtungen Credner's, so wie die meinigen, welche sich im Jahrb. 1839, S. 379; 1840, S. 292; 1841, S. 556 und 1842, S. 206, mitgetheilt finden, nicht berücksichtigt hat. Ich glaube nicht, dafs sich die thüringischen Erhebungslinien, welche ganz isolirt, aber parallel zwischen horizontal gelagerte Flötzgebirgsstrecken vertheilt sind, mit der von Hrn. Frapolli gegebenen Erklärung vereinigen lassen.

Freiberg, 12. Dec. 1846.

XVII. *Notizen.*

1) *Meteorsteinfall im Mindelthal* (Kreis Schwaben in Bayern). — Derselbe ereignete sich um 2 Uhr Nachmittags am 25. Dec. des verflossenen Jahres unter einem heftigen, mindestens in einem Umkreis von 18 Stunden Durchmesser vernommenen Getöse, welches anfänglich fernem Kanonendonner glich, nach zwanzig und etlichen Schlägen aber in

ein Trommeln und Pauken überging und mit einem langgezogenen Sausen uud Klingen endigte. Nur im Filialdorfe Schönenberg, auf der Westseite des Thals, wurde von einigen Personen eine ziemlich rasch fliegende schwarze Kugel hoch über den Häusern bemerkt, und eine derselben war so glücklich diese Kugel in einem Garten in die Erde einschlagen zu sehen. Die Nachricht hievon brachte die ganze Gemeinde auf die Beine, und veranlafste eine Ausgrabung des Niedergefallenen, das zwei Fufs tief in den etwas gefrornen Lehmboden eingedrungen war. Die zu Tage geförderte Masse bildete eine unregelmäfsige abgestutzte Pyramide, 14 Pfund 17 Loth an Gewicht, und ganz von der äufseren Beschaffenheit der Meteorsteine. Sie wurde später nach München geschafft, von wo wir vermuthlich bald ein Näheres über ihre Zusammensetzung erfahren werden. — Eine interessante Wirkung, heifst es in der *Allgemeinen Zeitung* vom 1. Jan. d. J., aus welcher wir obige Nachricht schöpfen, äufserte die heftige Lufterschütterung auf die Atmosphäre. Der Himmel war bei einer Temperatur von 0° mit einem Schnee verheifsenden Wolkenschleier bedeckt (es hatte fast den ganzen Vormittag geschneit), heiterte sich aber sogleich nach dem Meteor auf, und zwar wurde in Richtung seiner Bahn gleich ein wolkenfreier Streif sichtbar, dem heller Sonnenschein folgte, in dessen Folge das Gewölk sich vollends auflöste.

2) *Durchbruch eines Soolensprudels* zu Nauheim. — Unter dem Wüthen eines orkanartigen Stroms hat sich, wie die *Kasseler Allg. Zeitung* meldet, in der Nacht vom 21. zum 22. Dec. verflossenen Jahres, in der Nähe des Kurbrunnens von *Nauheim* durch die ungefähr 600 Fufs tiefe Röhre eines seit vier Jahren aufgegebenen artesischen Bohrversuchs eine neue prächtige Soolquelle Bahn gebrochen, die an Wärme, Salz- und Gasgehalt dem berühmten Nauheimer Sprudel gleichkommt, ihn aber an Mächtigkeit um das Fünffache übertrifft. Der Wasserstrahl wird mit solcher Gewalt aus der Tiefe des Bohrlochs emporgeschleudert, dafs der Schacht bis zum Rand mit wogendem und spritzen-

dem Schaum angefüllt ist, aus dessen Mitte sich noch eine 4 bis 5 Fufs hohe und 5 Fufs im Durchmesser haltende Schaumpyramide erhebt. Der Abflufs der Quelle ist so bedeutend, dafs er einem kleinen Mühlbach gleicht, und die ganze Brunnenpromenade ist ringsum von dampfender Soole überfluthet. Aufser dem zunächst gelegenen Kurbrunnen, dessen Wasserspiegel sich ein wenig gesenkt hat, bemerkt man an keiner der anderen artesischen Soolquellen eine verminderte Ergiebigkeit. Namentlich besteht der Sprudel in voller Integrität. Mehre Personen wollen um Mitternacht wirkliche Erdstöfse verspürt haben.

3) *Kieselsäuregehalt der Vogelfedern.* — Aus einer im chemischen Laboratorium zu Göttingen vom Dr. v. Gorup-Besanez angestellten Untersuchung geht hervor, dafs die Kieselsäure einen nie fehlenden Bestandtheil der Federfahne ausmacht, dafs ihre Menge sehr bedeutend, und dafs ihr Daseyn für die Bildung dieser Organe vielleicht eben so wesentlich ist, wie der phosphorsaure Kalk für die Knochen. Durchschnittlich betrug der Aschgehalt in der Federfahne 4 Procent, und diese Asche enthielt 30 bis 40 Proc. Kieselerde. In den Federspulen und dem sogenannten Mark dagegen ist der Gehalt an unorganischen Stoffen und Kieselsäure viel geringer. Sämmtliche Aschen waren eisenhaltig, am meisten die von Papageyfedern. Aufserdem enthielten sie phosphorsauren Kalk und phosphorsaures Natron, aber weder schwefelsaure Salze noch Chlorverbindungen. (*Nachricht. von der G. A. Universit. etc.*, 1846, No. 18.)

4) *Thorerdegehalt des Pyrochlors.* — Der von Wöhler im Pyrochlor von Miask gefundene Gehalt an Thorerde ist neuerlich von Hrn. Hermann geläugnet und die Beobachtung für einen Irrthum erklärt worden. Diefs hat Ersteren zu einer neuen Analyse dieses Minerals veranlafst, mit besonderer Berücksichtigung der Substanz, die für Thorerde gehalten worden ist. Durch abermalige genaue Untersuchung hat es sich bestätigt, dafs es in der That Thorerde, der Irrthum also auf Seite des Hrn. H. ist. Um nicht den geringsten Zweifel übrig zu lassen, wurde die Substanz an den Entdecker der Thorerde geschickt, der sie ebenfalls für solche erklärte. (*Ibid.*, S. 285.)

1847. ANNALEN No. 3.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXX.

I. *Untersuchung über die strahlende Wärme;* von H. Knoblauch.

Zweite Abhandlung.

III. Ueber das Wärmeausstrahlungsvermögen der Körper.

Bekanntlich strahlen verschiedene Substanzen die Wärme bei gleicher Temperatur in ungleichem Grade aus [1]), und dieſs Vermögen ist bei einer und derselben 1) von der Beschaffenheit ihrer Oberfläche [2]), 2) von ihrer Dicke abhängig [3]).

1) (P. v. Musschenbroek: *Introd. ad philos. natur.* 1762. *T. II, p.* 649.) — Richmann: *Nova Comment. Petrop., T. IV.* — Rumford: *Mémoir. sur la chaleur.* Deutsche Uebers., S. 76, 85, 102 bis 111, 125 bis 131, 159 bis 183, 196, 203 sqq., 315 bis 333. — Gilbert's Annal., Bd. 17, S. 37 bis 40, 218, 219. — Leslie: *An experim. inq. into the nat. and propag. of heat* 1804, *p.* 6 bis 17, 18, 76 bis 80, 93, 94, 109 bis 111, 268, 274, 315, 332, 334, 338. — Senebier: *Mém. de l'Acad. de Turin. Ann. XIII* (1805). — Boeckmann: Versuche über die Wärmeleitung verschiedener Körper. Karlsruhe 1812. — A. v. Humboldt: Reise in den Aequinoctial-Gegenden des neuen Continents in den Jahren 1799 bis 1804. Stuttg. u. Tübing. 1815 bis 1826. Th. 4, S. 25. — Tredgold: Grundsätze der Dampfheitzung u. s. w.; übersetzt von Kühn. Leipz. 1826. S. 32. R. W. Fox: Diese Annalen, Bd. 15, S. 270. — Starck, s. S. 230. — Henry Hudson: *Lond. and Edinb. Phil. Magaz. Third ser.* 1835. *Vol. VII, p.* 297. — Bache, s. S. 230. — Melloni: Diese Annal., Bd. 35, S. 572; Bd. 39, S. 561. — F. de la Provostaye und P. Desains: Diese Annal. Bd. 69, S. 388, 389.

2) Leslie: *An exper. inq. etc., p.* 81, 82, 385. — Melloni: Diese Annal., Bd. 45, S. 57 bis 64.

3) Rumford: *Mémoires sur la chaleur.* Deutsche Uebers., S. 85 sqq., 125 sqq., 326. — Gilb. Ann. Bd. 17, S. 40. — Leslie: *An exper.*

1. Wenngleich schon Leslie [1]) die Ansicht aussprach, dafs die Härte der Körper auf ihr Ausstrahlungsvermögen von Einfluſs sey, so hat doch Melloni [2]) zuerst nachzuweisen gesucht, dafs die Veränderungen, welche die Ausstrahlung eines und desselben Körpers durch Ritzen seiner Oberfläche erleidet, nur den Modificationen seiner Härte [3]) an den betreffenden Stellen zuzuschreiben seyen.

Er erhielt durch Ausstrahlung

einer gehämmerten und polirten Silberplatte	10°,0
einer gehämmerten und geritzten Silberplatte	18°,0
einer gegossenen und polirten Silberplatte	13°,7
einer gegossenen und geritzten Silberplatte	11°,3

Ablenkung am Thermomultiplicator, und fand, dafs bei Agat, Elfenbein und Marmor der Grad der Rauhheit keine Veränderung der Ausstrahlung herbeiführe, eine Bemerkung, welche Leslie [4]) bereits am Glase, Papier und Rufs gemacht hatte. Melloni zog daraus den Schluſs, dafs die Wärme stets in höherem Grade ausgesandt werde, wenn das Ritzen weichere Stellen der ausstrahlenden Substanz aufdecke; in geringerem Grade, wenn es eine Verdichtung derselben bewirke, dafs aber keine Aenderung in dieser Beziehung einträte, wenn die Härte und Elasticität der Oberfläche durch das Ritzen nicht modificirt würden.

inq. etc., p. 87, 88, 336. — Depretz. 1817. *Annal. de chim. et de phys., VI,* 184, 188, 189, 192 bis 194. — Bache: Sillim. *Americ. Journ., T. XXX, p.* 16. — Melloni: Diese Annal., Bd. 52, S. 580; Bd. 65, 101 bis 115.

1) *An exper. inq. etc., p.* 90, 91.

2) S. 337, Note 2.

3) Die Vergröſserung der Oberfläche konnte in diesem Falle keinen Einfluſs auf die Wärmestrahlung ausüben, da die ausgesandte Wärmemenge — dem von Lambert (Pyrometrie, S. 197) aufgestellten und von Leslie (*An experim. inq. etc., p.* 65, 67, 69, 70, 71, 84) empirisch erwiesenen Satze gemäfs — dem *Sinus* der Neigung der erhitzten Fläche proportional ist.

4) *An experim. inq. etc., p.* 81, 335.

Um mich von der Richtigkeit dieses interessanten Gesetzes, welches bisher nicht weiter untersucht worden ist, zu überzeugen, stellte ich folgende Versuche an:

Ich liefs zuerst jede Seite eines Leslie'schen Würfels von 8 Centimeter Seite, der aus *zwei gegossenen* und *zwei gewalzten Bleiplatten* bestand, und durch siedendes Wasser auf 80° R. erhalten wurde, gegen die Thermosäule ausstrahlen, welche sich in constanter Entfernung von den erhitzten Flächen befand. — Die Oberflächen der beiden Paare waren zu verschieden, als dafs dieser Versuch schon einen Schlufs auf den Zusammenhang der Ausstrahlung mit der Härte und Dichtigkeit gestattet hätte. Es war nicht einmal möglich den zusammengehörigen Bleiplatten eine so gleichmäfsige Oberfläche zu geben, dafs man durch ihre Ausstrahlung dieselbe Ablenkung am Thermomultiplicator erhalten hätte. Bei einer gewissen Entfernung der erhitzten Flächen von der Säule bewirkte die Strahlung der einen gegossenen Platte eine Abweichung der Galvanometernadel auf 48°,25, die der andern auf 49°, und die Ausstrahlung der einen gewalzten Platte eine Ablenkung von 51°, die der zweiten von 50°,5.

Es war anzunehmen, dafs das Blei an der Stelle der glänzenden Furchen, welche der Strich eines stählernen Instruments auf ihm erzeugt, verdichtet würde. Dem Melloni'schen Satze gemäfs, mufste also das Ritzen die Ausstrahlung der Bleiflächen vermindern, und zwar bei den gegossenen in höherem Grade, als bei den gewalzten.

Die Erfahrung hat diefs bestätigt.

Ritzte man diejenige der *gegossenen* Platten, welche die höhere Ablenkung von 49° hervorgebracht hatte, so wurde ihr Ausstrahlungsvermögen dergestalt geschwächt, dafs es dem der andern, weniger gut ausstrahlenden Fläche gleich wurde. Beide bewirkten jetzt — bei gleicher Entfernung vom Thermoskop eine Abweichung der Nadel von 48°,25. — Versah man die der Länge nach geritzte Bleiplatte mit Querstreifen, so wurde ihre Ausstrahlung noch

geringer. Sie lenkte, bei derselben Stellung gegen die Säule, die Multiplicatornadel nur um 47°,25 ab.

Von den *gewalzten* Platten wurde diejenige geritzt, welcher die Ablenkung von 50°,5 angehörte. Auch hier verminderte sich die Ausstrahlung. Denn sie liefs die Nadel darauf nur bis 48°,5 abweichen. Wurde die Fläche in doppeltem Sinne geritzt, so erhöhte sich das Ausstrahlungsvermögen in dem Grade, um eine Ablenkung von 49°,75 hervorzubringen; was davon herrühren konnte, dafs das Blei

Gegossene Bleiplatten von 80° R.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
	glatt.	glatt.	wie vorher, aber der Säule näher.		glatt.	geritzt.	wie vorher, aber der Säule näher.	
Ablenkung durch directe Strahlung	34,62	34,87	**48,25**	**49,00**	41,00	41,00	**48,25**	**48,25**

Gewalzte Bleiplatten von 80° R.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	1.
	glatt.	glatt.	wie vorher, aber Säule näher.		glatt.	geritzt.	wie vorher, aber der Säule näher.	
Ablenkung durch directe Strahlung	35,25	34,62	**51,00**	**50,50**	42,25	41,00	**51,00**	**48,50**

In gleicher Absicht, wie den so eben mitgetheilten, stellte ich noch einen zweiten Versuch an.

Melloni schreibt die Verbesserung, welche die Ausstrahlung einer *Kupferplatte* beim Ritzen erfährt, dem Umstande zu, dafs durch diefs Verfahren weniger dichte Stellen frei gelegt würden. Ist diefs der Fall, so müssen sich die Unterschiede der Ausstrahlung polirter und in ungleicher Weise geritzter Flächen vermindern, wenn man, ohne ihre Unebenheiten zu verändern, diese Platten mit Schichten desselben Metalls von gleichmäfsigerer Dichtigkeit überzieht.

Diefs kann dadurch erreicht werden, dafs man auf ihnen

zwar an den Stellen des eigentlichen Strichs, wie vorher, verdichtet, aber an den Punkten, an welchen die aufgeworfenen Ränder der Furchen zusammentrafen, aufgelockert wurde. Hierin unterschied sich die gewalzte Platte von der gegossenen, bei der auch die Querstreifen die Ausstrahlung schwächten.

Die folgende Uebersicht enthält die Zahlen, welche sich in verschiedenen Fällen des Experiments als arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen ergeben haben.

I.	II.	I.	II.	1.	II.	I.	II.
glatt.	enger geritzt.	wie vorher, aber der Säule näher.		glatt.	in dopp. Sinne geritzt.	wie vorher, aber der Säule näher.	
37,50	36,25	**48,35**	**47,50**	40,50	40,00	**48,35**	**47,35**

1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
glatt.	enger geritzt.	wie vorher, aber der Säule näher.		glatt.	in dopp. Sinne geritzt.	wie vorher, aber der Säule näher.	
41,00	39,00	**51,00**	**48,00**	42,50	40,00	**51,00**	**49,75**

Kupfer galvanisch niederschlägt. Um diesen Ueberzug auf einer polirten und drei geritzten Platten, welche ich untersuchen wollte, möglichst gleichförmig durch denselben elektrischen Strom darzustellen, liefs ich sie so zusammenlöthen, dafs sie, mit den gravirten Flächen nach innen gekehrt, die Seitenwände eines Würfels bildeten. Dieser wurde mit der Kupferlösung gefüllt, aus der der Niederschlag, nach Einleitung des galvanischen Processes, auf die bekannte Weise erfolgte. Als derselbe eine hinreichende Dicke erlangt hatte, löthete man den Würfel dergestalt um, dafs die auf verschiedene Weise gefurchten, nun überzogenen Flächen nach aufsen gekehrt wurden.

Es fragte sich, ob die Unterschiede in der Ausstrahlung derselben jetzt geringer als bei nicht überzogenen, mit denselben Unebenheiten versehenen Platten seyn würden.

Die Beobachtung hat diefs auf's Entschiedenste dargethan: Während nämlich die polirte Fläche des Würfels von gewöhnlichem gewalzten Kupferblech, welcher dem beschriebenen vor dem Ueberziehen völlig gleich war, bei einer Temperatur von 80° R., eine Ablenkung von 29°, und eine in doppeltem Sinne geritzte Seite desselben Würfels eine Ablenkung von 47°,75 am Thermomultiplicator hervorbrachte, liefs die galvanisch überzogene glatte Fläche, bei gleicher Temperatur und gleicher Entfernung von der Säule, die Nadel auf 49°,25, die gefurchte sie auf 51°,5 abweichen. Im ersten Falle betrug die Differenz 18°,75, im letzteren 2°,25.

Freilich könnte der Unterschied zwischen der von der glatten und der geritzten Platte ausgesandten *Wärmemenge* in beiden Versuchen gleich, und dennoch der Unterschied der durch sie erzeugten *Ablenkungen*, das zweite Mal, wo er zwischen höheren Graden beobachtet wird, geringer als das erste Mal seyn (S. 205, 206, Note 5, S. 235). Indefs war die erwähnte bedeutende Verminderung jener Differenz (von 18°,75 auf 2°,25) nicht dieser Ungleichheit in den Angaben des Instruments zuzuschreiben. Entfernte man nämlich den überzogenen Würfel so weit von der Säule, dafs die Ausstrahlung seiner glatten Fläche die Nadel auf 33° ablenkte, so brachte die Strahlung der geritzten Platte, von derselben Stelle aus, eine Angabe von 35°,5 am Multiplicator hervor. Die Differenz betrug also nur 2°,5 auch innerhalb der Ablenkungen, welche die erste Beobachtung umfafste. — Es unterliegt sonach keinem Zweifel, dafs sich der Unterschied der von einer polirten und einer gefurchten Kupferplatte ausgesandten Wärmemenge in der That vermindert, wenn diese Flächen mit einer gleichmäfsigeren Schicht desselben Metalls überzogen werden.

Die folgenden Zahlen (arithmetische Mittel aus je zwei Beobachtungen, welche die Ausstrahlung ungleich gravirter

Platten in den betrachteten Fällen darstellen) werden diefs noch vollständiger zu erkennen geben:

Ausstrahlende Flächen.	Platten v. gewalztem Kupferblech bei 80° R.	Platten von gewalztem Kupferblech mit denselben Unebenheiten, aber galvanisch überzogen; bei 80° R.		
Ablenkung durch directe Strahlung.				
Glatt	29,00	49,25	37,50	33,00
Geritzt, d. Länge nach	40,00	50,25	39,00	34,00
Dito kreisförmig	42,50	50,87	39,50	35,50
Dito in doppelt. Sinne	47,75	51,50	39,50	35,50
Entfernung der Platten von der Säule, in rhein. Zoll.				
	3,25	3,25	8,00	9,00

Dafs die Verschiedenheiten der Ausstrahlung durch den galvanischen Niederschlag nicht völlig ausgeglichen wurden, ist erklärlich. Denn es war nicht zu erwarten, dafs sich das Kupfer an Stellen von ungleicher Dichtigkeit ganz auf dieselbe Weise anlegen würde.

Die beschriebenen Versuche haben also den von Melloni *aufgestellten Satz bestätigt, dafs das Ritzen der Oberfläche nur in sofern auf das Ausstrahlungsvermögen der Körper von Einflufs sey, als es ihre Dichtigkeit und Härte modificire, und zwar dasselbe steigere oder vermindere, je nachdem es die betreffenden Stellen auflockere oder verdichte.*

Der geringeren Dichtigkeit des galvanisch niedergeschlagenen Kupfers, im Vergleich mit dem gewalzten, kann auch die Steigerung zugeschrieben werden, welche die Ausstrahlung der Metallflächen durch jenen Ueberzug erfährt. Wie bedeutend dieselbe ist, geht aus der mitgetheilten Tabelle, namentlich aus dem oben erwähnten Beispiele hervor, in dem die von der glatten gewalzten Kupferplatte ausgesandte Wärme eine Ablenkung von 29°, die der galvanisch überzogenen, bei gleicher Temperatur und gleicher Entfernung vom Thermoskop, eine Abweichung der Nadel von 49°,25 hervorbrachte.

Eine Oxydation der Metalle, welche bekanntlich die

Ausstrahlung auf ähnliche Weise vermehrt [1]), war in dem vorliegenden Falle nicht mit im Spiel, da der Kupferwürfel unmittelbar nach dem Ueberziehen, während der Niederschlag noch eine rein metallische Oberfläche hatte, untersucht wurde.

Mit dem Nachweis des Einflusses, welchen die Dichtigkeit und Härte unter den bezeichneten Umständen auf die Wärmestrahlung ausüben, ist natürlich nicht gesagt, dafs sie allein dieselbe bedingen. Bei verschiedenen Körpern, bei denen noch mancherlei andere Verhältnisse mitwirken, kann daher das Vermögen, Wärme auszusenden, nicht, wie Leslie [2]) versucht hat, auf die Härte allein zurückgeführt werden.

2. In Bezug auf die Steigerung der Ausstrahlung mit der *Dicke* der auf einen erhitzten Würfel aufgetragenen Körper theile ich zwei Versuchsreihen nur deshalb mit, weil sie an den Substanzen angestellt worden sind, welche eine höhere Erwärmung bei zunehmender Dicke ergeben hatten (s. S. 236). Sie waren farblos durchsichtiger Firnifs und schwarzer, undurchsichtig diathermaner Asphaltlack. Nachdem man sie in Schichten von verschiedener Anzahl oder ungleicher Dicke auf einen Leslie'schen Würfel aufgetragen hatte, den man während des Versuchs bei einer Temperatur von 80° R. erhielt, ergab ihre Ausstrahlung gegen die Thermosäule die in der Tabelle enthaltenen Ablenkungen am Multiplicator.

1) Rumford: Gilb. Annal., Bd. 17, S. 37. — Leslie: *An experim. inq. etc., p.* 79. — Despretz: *Annal. de chim. et de phys., VI, p.* 191, 192. — Melloni: Diese Annal., Bd. 45, S. 60.

2) *An experim. inq. etc., p.* 90.

Leslie'scher Würfel bei 80° R.	Entfernung desselben von der Thermosäule in rheinischen Zollen.	Ueberzogen mit Firniſs: 1 Schicht.	2 Schichten.	4 Schichten.	8 Schichten.	Ueberz. m. schwarz. Lack: dünnste Schicht.	dickere Schicht.	noch dickere Schicht.	dickste Schicht.
Ablenkung durch directe Strahlung	(12)	17,00	20,00	21,75	29,00	19,50	23,25	27,25	29,00
	(8)	24,00	28,00	30,50	39,00	29,00	34,25	37,00	39,00
	(7)	26,50	30,25	33,00	40,50	32,75	37,25	41,00	43,00
	(6)	28,50	33,25	35,75	42,75	40,50	43,25	46,75	48,75

Die dabei auftretenden Verschiedenheiten sind zu bedeutend, als dafs es nöthig wäre einzelne noch besonders hervorzuheben. Graf Rumford hat diese Erscheinung bereits richtig dadurch erklärt, dafs die Wärme aus gewisser Tiefe unter der Oberfläche hervorstrahle, und Melloni [1]) nach demselben Princip von dem ganzen Vorgang genügend Rechenschaft gegeben.

Vergleicht man diese Vermehrung der Ausstrahlung der Körper mit der im vorigen Abschnitt nachgewiesenen Vermehrung ihrer Erwärmung (s. S. 232 bis 236) *bei zunehmender Dicke* der dabei wirksamen Schichten, so ergiebt sich darin *ein neues Moment für die Uebereinstimmung von Wärmeausstrahlung und Absorption.*

Bei der Gleichstellung dieser Functionen darf jedoch nicht übersehen werden, wie weit sie eigentlich zulässig ist. — Sie gilt unbedingt für *einen und denselben Körper*, d. h. alle Mittel, welche seine Ausstrahlung verbessern oder vermindern, steigern oder schwächen auch seine Absorption, und umgekehrt. So erhöht das Ritzen der Oberfläche so wohl die Ausstrahlung wie die Absorption einer Substanz, wenn es weichere Theile derselben aufdeckt, verringert beide, wenn es die betreffenden Stellen verdichtet, und ist ohne Einfluſs auf sie, wenn es die Härte des Körpers un-

1) Diese Annal., Bd. 52, S. 580, Bd. LXV, S. 101 bis 115.

geändert läfst [1]). — Eben so werden, wie wir gesehen, Ausstrahlung und Absorption bis zu einer gewissen Gränze durch Vermehrung der Dicke der Körper gesteigert, durch die Verminderung derselben geschwächt.

Der Vergleich beider Erscheinungen gilt aber nicht allgemein für *verschiedene Substanzen*, d. h. ein Körper, welcher bei einer bestimmten Erwärmung z. B. ein höheres Ausstrahlungsvermögen als ein anderer zeigt, besitzt darum nicht ein besseres Absorptionsvermögen überhaupt als dieser [2]). Denn das Verhältnifs der von ihnen aufgenommenen Wärmemengen wechselt mit der Beschaffenheit der ihnen zukommenden Wärmestrahlen [3]); und auch die von ihnen ausgesandten Wärmemengen scheinen sich unter verschiedenen Umständen auf ungleiche Weise zu ändern [4]).

Melloni [5]) behauptet, dafs eine Substanz, welche bei einer gewissen Temperatur (100° C.) mehr Wärme als eine andere ausstrahlt, auch stets in demselben Verhältnifs mehr als diese absorbire, wenn sie einer Wärmequelle von derselben Temperatur (100° C.) ausgesetzt würde. Indefs fragt es sich, ob dieser Satz durch die Versuche jenes ausgezeichneten Physikers hinreichend erwiesen ist, da sie sich nur auf sechs Körper beziehen, von denen überdiefs zwei (Kienrufs und Metall) für die Aufnahme jeder Art von Wärmestrahlen in gleicher Weise empfänglich sind (s. S. 205, 206, Note 1; S. 231, Note 2, Ausnahme; S. 234), also bei einer Frage nicht in Betracht kommen, in der es sich um ungleiche Absorption der von verschiedenen Quellen ausgesandten Wärme handelt.

Die Beobachtungen von Rumford [6]) und Leslie [7])

1) Melloni, s. S. 237, Note 2 und S. 230, Note 2.
2) Melloni: Diese Annal., Bd. 35, S. 572 bis 575.
3) Baden-Powell, s. S. 231, Note 1. — Melloni, s. S. 231, Note 2.
4) Leslie: *An experim. inq. etc., p.* 315. — Bar. F. von Wrede: Diese Annal., Bd. 55, S. 175 bis 177.
5) Diese Annal., Bd. 35, S. 575; Bd. 39, S. 563.
6) *Mémoir. sur la chaleur.* Deutsche Uebers., S. 111, 123. — 131, 322. — 167, 324. — 196, 199. — Gilb. Ann., Bd. 17, S. 39 bis 41.
7) *An experim. inq. etc.*

sind in dieser Hinsicht nicht entscheidend, weil sie keinen genauen Vergleich verschiedener Körper in Bezug auf Wärmeausstrahlung und Absorption zulassen; eben so wenig die von Ritchie [1]), welche die absolute Gleichheit beider Phänomene darthun sollen, sich aber, so weit sie mitgetheilt sind, nur auf Rufs und Metall erstrecken, von denen bereits gesagt ist, weshalb sie in diesem Falle nicht zu einem allgemeinen Schlusse berechtigen.

3. Die bisher angestellten Versuche geben über eine Frage keinen Aufschlufs, deren Beantwortung mir nicht ohne Interesse zu seyn schien, nämlich die:

ob das Ausstrahlungsvermögen eines und desselben Körpers verschieden sey, je nachdem er sich durch Strahlen der einen oder andern Wärmequelle zu einem gewissen Grade erhitze.

Zur Entscheidung dieser Frage überzog ich feines Papier, das über einen Metallrahmen gespannt war, auf beiden Seiten so dick mit Kienrufs, dafs eine directe Durchstrahlung der Wärme unmöglich war. Setzte man diefs unmittelbar vor der Thermosäule den Strahlen einer Argand'schen Lampe oder eines auf 80° R. erhitzten Metallcylinders aus, welche direct eine gleiche Wirkung auf das Thermoskop ausübten, so erhielt man gewisse Ablenkungen am Multiplicator, welche durch die Erwärmung der Rufsschichten von der einen und ihre Ausstrahlung auf der andern Seite bedingt wurden. Die Wirkung der Absorption war nach früheren Versuchen (s. S. 205, 206, Note 1) beide Male dieselbe. Waren also jene Ablenkungen einander gleich, so mufste auch das Ausstrahlungsvermögen in beiden Fällen dasselbe seyn. Diefs zeigte sich in der That. Die Nadel wich auf 9°,87 ab, man mochte die Strahlen der Argand'schen Lampe oder des erhitzten Cylinders auf die Rufsfläche einwirken lassen, vorausgesetzt, dafs jede dieser Wärmequellen durch directe Einstrahlung auf die Säule dieselbe Ablenkung von 35° hervorgebracht hatte.

1) Diese Annal., Bd. 28, S. 378 bis 380.

Aehnliches ergab sich, als man Carmin oder schwarz Papier gegen das Thermoskop ausstrahlen liefs.

Stellte man nämlich das erstere, welches der Wärmequelle zu mit Rufs überzogen war, vor der Säule ein, so erhielt man eine Angabe von 10°,5 am Multiplicator, die Erwärmung mochte von der Flamme der Argand'schen Lampe oder der dunkeln Wärmequelle ausgehen, und vertauschte man die genannte Fläche mit schwarzem Papier, welches auf der Seite der erwärmenden Strahlen ebenfalls berufst war, so beobachtete man beide Mal eine Abweichung der Nadel von 10° oder fast 10°, sofern die directe Ablenkung 35° betragen hatte.

Es geht daraus hervor, dafs das Ausstrahlungsvermögen der untersuchten Körper dasselbe ist, so verschiedenartig die Wärmestrahlen auch seyn mögen, von denen die Erwärmung ausgeht.

Die beigefügte Tabelle enthält die Details der Beobachtungen (arithmetische Mittel aus je zwei Zahlen.)

Eingeschaltete, zum Ausstrahlen sich erwärmende Fläche.	Ablenkung durch directe Einstrahlung der Wärmequellen.	Ablenkung nach dem Einschalten für:		Ablenkung durch directe Einstrahlung der Wärmequellen.	Ablenkung nach dem Einschalten für:	
		die Argand'sche Lampe.	den erhitzten Cylinder.		die Argand'sche Lampe.	den erhitzten Cylinder.
Auf beiden Seiten mit Rufs überzogenes Papier	35°	9,87	9,87	50°	14,50	14,62
Der Wärmequelle zu berufster Carmin . .	35°	10,50	10,50	50°	15,50	15,50
Der Wärmequelle zu berufstes schwarzes Papier	35°	10,00	9,87	50°	14,12	14,25

Um den Versuch noch directer anzustellen, erhitzte ich die ausstrahlenden Körper auch unmittelbar durch die verschiedenen Strahlen.

Zu dem Ende bediente ich mich, statt der auf beiden

Seiten mit Rufs überzogenen Papierscheibe, einer Kohlenplatte, und gelangte dabei zu demselben Resultate, wie vorher. Carmin trug ich auf ein Metallnetz auf, welches den Zweck hatte, die einzelnen Theile desselben zusammenzuhalten, ohne ihre unmittelbare Berührung zu hindern. Setzte man es auf diese Weise vor der Thermosäule den Strahlen der Argand'schen Lampe oder des auf 80° R. erhitzten Metallcylinders aus, welche direct eine gleiche Ablenkung hervorbrachten, so erhielt man in beiden Fällen ungleiche Angaben des Instruments.

Es fragte sich, ob diese Verschiedenheit nur der ungleichen Absorption der Carminfläche für die verschiedenen Strahlen zuzuschreiben sey, oder ob auch ihr Ausstrahlungsvermögen daran Antheil habe.

Hiervon suchte ich mich durch folgenden Versuch zu überzeugen. Ist die Carminfläche der Säule zu mit Rufs überzogen, während auf der andern Seite die genannten Wärmequellen auf sie einwirken, so rühren die am Galvanometer beobachteten Unterschiede (s. S. 332) nur davon her, dafs die Carminfläche die Wärme des erhitzten Metallcylinders in höherem Grade als die der Argand'schen Lampe absorbirt. Denn die Ausstrahlung der Kohlenfläche bringt in diesem Falle, wie wir wissen, keine Ungleichheit hervor. Nimmt man aber den Rufsüberzug fort, so dafs Carmin sowohl der Thermosäule wie der Wärmequelle zugekehrt ist, so können zwei Fälle eintreten. Entweder bleibt die bezeichnete Differenz der Ablenkungen im Verhältnifs zu diesen constant: alsdann hat das Ausstrahlungsvermögen auch beim Carmin keinen Antheil an ihr; oder sie ändert sich: dann ist die ungleiche Ausstrahlung der Carminfläche in beiden Fällen erwiesen. Vergröfsert sie sich z. B., so wäre diefs ein Beweis dafür, dafs die Carminfläche verhältnifsmäfsig besser ausstrahlt, wenn sie durch die Wärme des Metallcylinders, als wenn sie durch die der Argand'schen Lampe erhitzt wird, ähnlich etwa, wie sie jene besser als diese absorbirt.

Die Erfahrung hat für den ersten Fall entschieden. Die

der Säule zu berufste Carminfläche brachte nämlich eine Ablenkung von 9°,5 hervor, wenn sie den Strahlen der Argand'schen Lampe, von 10°,87, wenn sie denen des erhitzten Cylinders ausgesetzt war. Die Differenz betrug also 1°,37. Die frei ausstrahlende Carminfläche bewirkte im ersten Fall dieselbe Abweichung der Nadel von 9°,5, im zweiten von 10°,5. — Die jetzt, bei gleicher Höhe der Ablenkungen, stattfindende Differenz von 1°,0 ist aber von der ersten (1°,37) nur um eine Gröfse verschieden, welche innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler liegt.

Dasselbe war beim schwarzen Papier der Fall. So erhielt man, wenn es auf Seiten der Säule mit Rufs überzogen war, unter den Strahlen der Argand'schen Lampe eine Ablenkung von 10°,75, unter denen des erhitzten Cylinders von 10°,12; wenn es frei ausstrahlte, für jene eine Ablenkung von 10°,62, für diese von 9°,87. Im ersten Versuche war die Differenz 0°63, im zweiten 0°,75. Beide sind als gleich zu betrachten, und so mufs man schliefsen, dafs auch das Ausstrahlungsvermögen des schwarzen Papiers von der Natur der eingestrahlten Wärme unabhängig ist.

Die folgende Zusammenstellung enthält aufser den angeführten Beobachtungen, welche sich auf eine directe Ablenkung von 35° beziehen, noch andere für eine stärkere Einstrahlung der Wärmequellen, aus denen sich dieselben Resultate ergeben. (Die mitgetheilten Zahlen sind arithmetische Mittel aus je zwei Versuchen.)

Eingeschaltete, zum Ausstrahlen sich erwärmende Fläche.	Ablenkung durch directe Einstrahl. d. Wärmequell.	Ablenkung nach dem Einschalten für: die Argand'sche Lampe.	Ablenkung nach dem Einschalten für: den erhitzten Cylinder.	Differenz dieser Ablenkungen.	Ablenkung durch directe Einstrahl. d. Wärmequell.	Ablenkung nach dem Einschalten für: die Argand'sche Lampe.	Ablenkung nach dem Einschalten für: den erhitzten Cylinder.	Differenz dieser Ablenkungen.
Carmin, der Säule zu berufst	35°	9,50	10,87	1,37	50°	13,75	15,62	1,87
Carmin, unberufst	35°	9,50	10,50	1,00	50°	13,62	15,12	1,50
Schwarzes Papier, d. Säule zu berufst	35°	10,75	10,12	0,63	50°	15,25	14,00	1,25
Schwarzes Papier, unberufst	35°	10,62	9,87	0,75	50°	15,50	14,12	1,38

Unter den Umständen, unter welchen dieselben Körper ein ungleiches Absorptionsvermögen zeigen, ist also ihr Ausstrahlungsvermögen ein und dasselbe, und die bisher bei ungleicher Erwärmung beobachteten Verschiedenheiten sind sonach reine Functionen des ersteren, unabhängig von diesem.

In allen Fällen, in denen die auswählende Absorption gewisser Substanzen aus der Wärmemenge bestimmt werden soll, welche sie dem Thermoskop zusenden, ist es daher gleichgültig, ob man sie mit Rufs (s. S. 231), Papier (s. S. 233) oder irgend einer andern Substanz überzieht, um ihre Ausstrahlung nach der Säule hin zu vermehren. Man wird dabei innerhalb der Gränzen der mitgetheilten Versuche nie zu fürchten haben, jene Verschiedenheiten durch einen fremden Einflufs zu trüben.

IV. Vergleich der Wärme, welche von verschiedenen Körpern innerhalb gewisser Temperaturgränzen ausgestrahlt wird.

Alle früheren Beobachtungen über die Ausstrahlung haben sich nur mit den *Wärmemengen* beschäftigt, welche von verschiedenen Substanzen bei gewissen Temperaturen ausgesandt werden. Die vorliegende Arbeit hat den Zweck zu untersuchen:

ob sich die Wärme, welche, bei einer und derselben Temperatur oder innerhalb bestimmter Temperaturgränzen, von gewissen Körpern ausstrahlt, als verschiedenartig darstellt, je nachdem sie von dem einen oder andern ausgesandt, oder auf ungleiche Weise in ihnen erregt wird.

Wir besitzen zwei Mittel, die Ungleichheit oder Gleichheit gewisser Wärmestrahlen zu beurtheilen: die Durchstrahlung und die Absorption. So wissen wir, dafs verschiedenartige Wärme eine und dieselbe diathermane Substanz in ungleicher Weise durchdringt (s. S. 211 bis 226), oder einen und denselben Körper in ungleichem Grade erhitzt (s. S. 231 bis 232), während gleichartige Wärme weder in dem einen, noch in dem anderen Falle Verschiedenheiten zu erkennen giebt.

Wenn man zwischen beiden Mitteln zu wählen hat, so wird man unbedingt die Durchstrahlung vorziehen, weil sie stets eine feinere Prüfung als die Absorption gestattet. Ich wenigstens habe die Unterschiede, welche sich beim Durchgange verschiedener Wärmestrahlen durch dieselben diathermanen Medien ergaben, immer gröfser als die bei der Erhitzung gefunden und geringe Nüancen oftmals bei der Durchstrahlung sehr wohl wahrnehmen können, wenn sie für die Erwärmung bereits unmerklich geworden waren.

Daher habe ich auch die vorliegende Frage dadurch zu entscheiden gesucht, dafs ich beobachtete, ob die in den verschiedenen Fällen ausgesandte Wärme dieselben diathermanen Körper in ungleichem oder stets in gleichem Verhältnifs durchstrahlte.

1. Eine Anzahl *adiathermaner Substanzen* wurde zuerst durch *Leitung* auf 80° R. erhitzt, indem man sie auf Metallwürfel auftrug, welche durch kochendes Wasser bei der genannten Temperatur erhalten wurden. Sollte nun die von verschiedenen Flächen ausgestrahlte Wärme in ihrem Durchgange durch diathermane Körper untersucht werden, so mufste zunächst die directe Einstrahlung jeder derselben die nämliche Ablenkung am Thermomultiplicator hervorgebracht haben, ehe man die zur Prüfung dienenden diathermanen Medien zwischen der Wärmequelle und Thermosäule einschalten konnte. Diefs wurde dadurch erreicht, dafs man die erstere so lange näherte oder entfernte, bis die erforderliche Abweichung der Galvanometernadel eingetreten war.

Der Versuch hat zu folgendem Ergebnifs geführt: Hatte die Wärme der unbedeckten Metallfläche durch ein Diaphragma hindurch dergestalt auf die Säule eingewirkt, dafs die Nadel des mit ihr verbundenen Multiplicators auf 35° abgelenkt wurde, so ging diese auf 10°,25 zurück, wenn man rothes Glas von $1^{mm},5$ Dicke hinter dem durchbrochenen Schirm auf Seiten des Thermoskops einstellte. Diese 10°,25 rührten von der durch das Glas hindurchgehenden Wärme her. Dieselbe Ablenkung erhielt man, wenn statt der Metallfläche, Holz, Porcellan, Papier, Rufs, Bleiweifs oder irgend eine andere Substanz auf das Instrument eingestrahlt hatte.

Aehnliches war bei allen übrigen diathermanen Körpern der Fall. So beobachtete man jedesmal eine Ablenkung von 7°,17, wenn man eine Kalkspathplatte von $3^{mm},7$ Dicke an der Stelle des rothen Glases einschaltete, die directe Einstrahlung, welche die Nadel auf 35° abweichen liefs, mochte von dem erhitzten Metall, Holz, Porcellan, Papier oder irgend einem andern Körper ausgegangen seyn.

Die beigefügte Tabelle (welche arithmetische Mittel aus je drei Beobachtungen enthält) zeigt, wie grofs diese Uebereinstimmung war, wenn man die von elf adiathermanen

Körpern ausgesandte Wärme mittelst rothen, blauen Glases, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps untersuchte.

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für die bei 80° R. ausstrahlenden Körper:										
			Metall.	Holz.	Porcellan.	Leder.	Tuch.	Pappe.	Schwarzes Papier.	Carmin (dicke Schicht).	Rufs.	Bleiweifs.	Rother venetianischer Lack.
1,5	Rothes Glas	35°	10,25	10,17	10,17	10,17	10,17	10,25	10,25	10,08	10,08	10,17	10,[illegible]
1,4	Blaues Glas		9,17	9,08	9,25	9,17	9,17	9,25	9,17	9,17	9,17	9,17	9,[illegible]
1,4	Alaun		3,92	4,00	3,83	3,83	3,92	3,92	4,00	3,92	3,83	3,92	3,[illegible]
4,4	Steinsalz		20,58	20,66	20,66	20,58	20,66	20,75	20,66	20,58	20,50	20,66	20,[illegible]
3,7	Kalkspath		7,17	7,17	7,08	7,17	7,25	7,25	7,25	7,17	7,33	7,17	7,[illegible]
1,4	Gyps	35°	8,80	8,66	8,75	8,66	8,80	8,75	8,75	8,75	8,66	8,75	8,[illegible]

Eben so wenig waren, wie aus der folgenden Uebersicht erhellt, Unterschiede in der Durchstrahlung bemerkbar, wenn die Oberfläche der ausstrahlenden Körper durch Ritzen modificirt wurde, ungeachtet diefs auf die Menge der ausgesandten Wärme den entschiedensten Einflufs hatte.

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung nach dem Einschalten für, bei 80° R. ausstrahlende											
		Platten von Weifsblech				Kupferplatt.		Bleiplatten		Holzplatten			
		spiegelnd.	der Länge nach geritzt.	in doppeltem Sinne geritzt.	wolkig geritzt.	glatt.	in dopp. Sinne tief gravirt.	glatt.	in doppeltem Sinne geritzt.	glatt.	geritzt.	rauh.	noch rauher.
		Ablenkung durch directe Einstrahlung 35°.											
1,5	Rothes Glas	10,00	10,25	10,00	10,25	10,08	10,17	10,25	10,17	10,25	10,25	10,25	10,50
1,4	Blaues Glas	9,25	9,25	9,25	9,25	9,17	9,17	9,17	9,17	9,00	9,00	9,00	9,25
1,4	Alaun	3,75	4,00	3,92	3,75	3,92	3,83	3,83	3,92	3,75	3,50	3,50	3,75
4,4	Steinsalz	20,50	20,50	20,75	20,75	20,66	20,58	20,66	20,75	20,50	20,75	20,75	20,50
3,7	Kalkspath	7,25	7,00	7,00	7,25	7,33	7,17	7,17	7,17	7,25	7,25	7,00	7,25
1,4	Gyps	8,75	8,75	8,50	8,75	8,70	8,58	8,70	8,80	8,75	8,50	8,50	8,75

Verbindet man hiermit das obige Resultat (S. 218 bis 223), wonach das Verhältnifs der durch diathermane Medien hindurchgehenden Wärme constant ist, welche Temperatur der ausstrahlende Körper auch zwischen 25° und 90° R. haben mag, so ergiebt sich, *dafs die Wärme, welche innerhalb dieser Temperaturgränzen von den verschiedensten, durch Leitung erhitzten adiathermanen Körpern bei ungleicher Beschaffenheit ihrer Oberfläche ausgesandt wird, die zu ihrer Prüfung angewandten diathermanen Substanzen auf gleiche Weise durchdringt.*

2. Es fragte sich, wie sich die von den angeführten Körpern ausgestrahlte Wärme hinsichtlich ihres Durchgangs durch diathermane Medien verhalten würde, wenn sie nicht wie in der ersten Beobachtungsreihe durch Leitung, sondern durch *Strahlung verschiedenartiger Wärmequellen* erhitzt werden.

Um diefs zu ermitteln, setzte ich die zu erwärmenden Substanzen zuerst den Strahlen einer *Argand'schen Lampe* aus (welche, wie bisher, ohne Glasschornstein angewandt wurde). Die Gröfse der von ihnen gebildeten Schirme reichte hin, die directen Strahlen der Flamme von der Thermosäule zurückzuhalten, so dafs diese nur von denen erreicht wurde, welche ihr die erwärmten Körper selbst durch das Diaphragma hindurch zusandten. Durch Rücken der letzteren oder der Lampe war es dabei leicht, die jedesmalige directe Ablenkung von 35° am Multiplicator hervorzubringen, welche constant blieb, sobald die Schirme ein den Umständen entsprechendes Temperaturmaximum angenommen hatten. Dieser Punkt mufste natürlich abgewartet werden, bevor man die diathermanen Substanzen auf der entgegengesetzten Seite des Diaphragmas vor der Thermosäule einschaltete.

Die ausstrahlenden adiathermanen Körper, welche sämmtlich Scheiben von 11^{cm} Durchmesser bildeten, waren im Allgemeinen dieselben, wie bei den ersten Versuchen: Metall, Holz, Porcellan, Leder, Tuch u. s. w. Das schwarze, so wie das mit Carmin bekleidete Papier waren auf einer

Seite mit Rufs überzogen. Ein drittes Blatt war auf beiden Seiten berufst. Bleiweifs und rothen venetianischen Lack hatte man auf Metallgitter aufgetragen.

Die Durchstrahlung der von ihnen ausgehenden Wärme ergab dasselbe Resultat wie vorher. Man erhielt auch diefsmal stets einen Rückgang der Nadel von 35° auf 10° bis 10°,33, so oft man das rothe Glas, und von 35° auf 7°,08

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für			
			Metall.	Holz.	Porcellan.	Leder.
1,5	Rothes Glas	35°	10,17	10,17	10,17	10,25
1,4	Blaues Glas		9,08	9,17	9,25	9,08
1,4	Alaun		3,92	3,70	4,00	3,92
4,4	Steinsalz		20,66	20,75	20,66	20,58
3,7	Kalkspath		7,17	7,17	7,17	7,17
1,4	Gyps	35°	8,75	8,75	8,66	8,75

Diese Zahlen bleiben auch unverändert, wenn die genannten adiathermanen Körper, anstatt durch die Wärme der Argand'schen Lampe, durch die des *auf* 80° *R. erhitzten Metallcylinders* erwärmt werden, wenngleich die Strahlen dieser beiden Wärmequellen, nach früheren Versuchen

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für			
			Metall.	Holz.	Porcellan.	Leder.
1,5	Rothes Glas	35°	10,25	10,00	10,25	10,00
1,4	Blaues Glas		9,17	9,25	9,17	9,17
1,4	Alaun		4,00	3,92	4,00	3,92
4,4	Steinsalz		20,66	20,66	20,66	20,66
3,7	Kalkspath		7,17	7,08	7,17	7,25
1,4	Gyps	35°	8,66	8,83	8,83	8,75

bis 7°,17, so oft man die Kalkspathplatte zwischen dem erhitzten Schirm und dem Thermoskop einschaltete, wie jener auch immer beschaffen seyn mochte.

Die nachfolgende Uebersicht zeigt, wie vollkommen die Beobachtungen dieser Versuchsreihe mit denen der ersten (s. S. 354) übereinstimmen.

die durch die Argand'sche Lampe zum Ausstrahlen erwärmten Körper:

Tuch.	Pappe.	Rufs auf d. Seite der Wärmeq., schwarzes Pap. auf d. der Säule od. umgek.	Rufs auf d. Seite der Wärmeq., Carmin auf der der Säule oder umgek.	Rufs auf beiden Seiten.	Bleiweifs.	Rother venetianischer Lack.	Ablenkung nach dem Einschalt. für die Strahl. der Argandsch. Lampe.
10,33	10,08	10,25	10,25	10,25	10,00	10,08	22,00
9,08	9,17	9,25	9,25	9,25	9,17	9,08	17,50
4,00	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	4,00	8,50
20,66	20,66	20,58	20,58	20,75	20,58	20,58	28,00
7,17	7,17	7,08	7,17	7,17	7,08	7,08	20,00
8,83	8,75	8,83	8,66	8,75	8,75	8,66	15,00

(s. S. 228, 229, 231, 232), wesentlich von einander verschieden sind.

Die beigefügte Tafel (deren Zahlen, wie die der vorigen, arithmetische Mittel aus je drei Beobachtungen sind), wird diefs als unzweifelhaft darthun:

die durch den heifsen Metallcylinder zum Ausstrahlen erwärmten Körper:

Tuch.	Pappe.	Rufs auf d. Seite der Wärmeq., schwarzes Pap. auf d. der Säule od. umgek.	Rufs auf d Seite der Wärmeq., Carmin auf der der Säule oder umgek.	Rufs auf beiden Seiten.	Bleiweifs.	Rother venetianischer Lack.	Ablenkung nach dem Einschalten für d. Strahlen des Metallcylind. von 80° R.
10,17	10,17	10,25	10,17	10,25	10,08	10,08	10,16
9,08	9,17	9,17	9,25	9,25	9,17	9,08	9,18
4,00	3,83	3,92	4,00	4,00	4,00	3,83	3,95
20,66	20,75	20,66	20,58	20,75	20,58	20,66	20,66
7,25	7,17	7,08	7,25	7,25	7,25	7,33	7,20
8,66	8,66	8,83	8,66	8,75	8,75	8,83	8,75

Auch in diesem Falle war es (wie vorher, S. 218 bis 223, 355) gleichgültig, ob sich die ausstrahlenden Körper in höherem oder geringerem Grade erhitzten. Denn der durch die diathermanen Substanzen hindurchgehende Wärmeantheil blieb derselbe, man mochte die directe Ablenkung von 35° dadurch hervorbringen, dafs man die zu erwärmende Scheibe der Wärmequelle näher und vom Thermoskop entfernter oder der Säule näher und von der Wärmequelle in gröfserer Entfernung aufstellte.

Es geht also aus diesen Beobachtungen hervor, *dafs die von verschiedenen Körpern ausgestrahlte Wärme durch die zu ihrer Untersuchung angewandten diathermanen Medien stets in demselben Verhältnifs hindurchgeht, so verschiedenartig die Wärmestrahlen auch seyn mögen, durch deren Absorption sie sich erhitzt haben.*

Wenn es bei diesen Untersuchungen darauf ankam, den Durchgang der von gewissen Körpern *ausgesandten Wärme* durch die zu ihrer Prüfung dienenden Substanzen kennen zu lernen, so konnten zur Erwärmung bei dem angegebenen Verfahren natürlich nicht diathermane Körper benutzt werden. Stellte man sie nämlich, wie in der vorigen Anordnung des Apparats, zwischen der ursprünglichen Wärmequelle, z. B. der *Argand'schen Lampe* und dem Thermoskop auf, so gelangte, neben der von ihnen ausgestrahlten Wärme, zugleich die durch sie hindurchgehende der Flamme zur Säule.

Versuche dieser Art konnten also Nichts zur Entscheidung der Frage, um welche es sich eigentlich handelte, beitragen. Aber sie waren geeignet, die Genauigkeit der Methode selbst zu prüfen, welche die Ungleichheit oder Gleichheit gewisser Wärmestrahlen ermitteln sollte.

Man erhielt nämlich auf die bezeichnete Weise eine Summe von Strahlen, welche sich in ihrer Durchgangsfähigkeit durch diathermane Körper unterschieden [1]), und deren Verhältnifs zu einander von der Natur des Körpers ab-

1) Vergleiche in der ersten Tabelle (S. 356 und 357) die Ablenkungen, nach dem Einschalten, für die erwärmten Körper mit denen für die Argand'sche Lampe.

hing, an dem sie austraten. Ein solches Gemisch verschiedenartiger Wärme mufste daher, je nachdem es der einen oder andern Substanz angehörte, die zur Untersuchung angewandten Medien in ungleichem Grade durchdringen. Es fragte sich, ob diese Verschiedenheiten in der Durchstrahlung, welche die Ueberlegung vorhersagte, am rothen, blauen Glase, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps auch in Fällen bemerkbar seyn würden, in denen sie nur als gering anzunehmen waren.

Das Experiment bestand einfach darin, dafs man einen wenig diathermanen Körper, z. B. eine Elfenbeinplatte von $1^{mm},7$ Dicke, auf *der* Seite eines durchbrochenen Schirms aufstellte, auf der sich die Argand'sche Lampe befand, und ihm diese so lange näherte, bis die directe Ablenkung von 35° durch die Gesammtwirkung der von der Elfenbeinplatte ausgehenden und der sie durchdringenden Strahlen hervorgebracht war. Sobald die Nadel auf diesem Punkte zur Ruhe gekommen, wurde die zur Prüfung dienende diathermane Substanz, z. B. das rothe Glas, auf der entgegengesetzten Seite des Diaphragmas vor der Thermosäule eingeschoben. — Man wufste, dafs die Strahlen eines Körpers unter 80° R., welche direct die Nadel auf 35° abgelenkt haben, nach ihrem Durchgange durch rothes Glas eine Abweichung von 10° bis 10°,25, und die der Argand'schen Lampe, bei gleicher directer Einwirkung, nach ihrem Durchgange durch das Glas eine Abweichung von 21°,75 bewirken (s. weiter unten die erste Tabelle, S. 360 und 361). Trat also ein Theil dieser Strahlen zu jenen hinzu, um mit ihnen gemeinschaftlich die directe Ablenkung von 35° hervorzubringen, so mufste das Instrument, wenn die Methode der Untersuchung empfindlich genug war, unter diesen Umständen eine andere Abweichung als 10°,25 zeigen, wenn das rothe Glas an derselben Stelle eingeschaltet wurde. In der That war diefs der Fall. Man erhielt eine Ablenkung von 13°,62.

Aehnliches ergab sich in allen übrigen Fällen. So beobachtete man 16°,75, wenn Elfenbein mit schwarzem undurchsichtigen Lack vertauscht wurde, ja selbst noch 11°,62,

wenn man statt dessen eine Metallscheibe anwandte, welche von zwei Nadelstichen durchbohrt war. Je weniger der erste diathermane Schirm die Wärme zurückhielt, welche der zweite hindurchliefs, desto höher mufste die Ablenkung nach dem Einschalten seyn. So ging die Nadel für dasselbe rothe Glas nur auf 27°,5 zurück, wenn

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:		Ablenkung
			die Wärmestrahlen eines adiathermanen Körpers zwischen 25° und 80° R.	die Strahlen der Argand'schen Lampe	Metall, von zwei Nadelstichen durchbohrt.
1,5	Rothes Glas	35°	10,12	21,75	11,62
1,4	Blaues Glas		9,22	18,60	10,47
1,4	Alaun		3,92	8,67	5,55
4,4	Steinsalz		20,62	29,50	21,37
3,7	Kalkspath		7,22	20,10	17,97
1,4	Gyps	35°	8,75	15,75	9,37

Es ist mir sonach kein Zweifel geblieben, dafs sich auch bei den vorigen Versuchen Verschiedenheiten gezeigt haben würden, wenn sie überhaupt existirten.

Bedient man sich statt der Argand'schen Lampe eines *Metallcylinders unter* 90° *R.*, so müssen alle jene Differenzen wieder verschwinden. Denn die Strahlen der vor ihm aufgestellten Substanzen und die von ihm selbst ausgesandte

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für:		Ablenkung
			die Wärmestrahlen eines adiathermanen Körpers zwischen 25° und 80° R.	die Strahlen des Metallcylinders von 80° R.	Metall, von zwei Nadelstichen durchbohrt.
1,5	Rothes Glas	35°	10,22	10,10	9,97
1,4	Blaues Glas		9,20	9,20	9,32
1,4	Alaun		3,92	4,05	3,92
4,4	Steinsalz		20,65	20,65	20,77
3,7	Kalkspath		7,00	7,00	7,12
1,4	Gyps	35°	8,70	8,82	8,82

ler erste Schirm in farblosem Glase von $1^{mm},9$ Dicke betand.

Die folgende Tabelle stellt die grofsen Unterschiede dar, velche auch an den übrigen diathermanen Medien hervorraten. (Sie enthält arithmetische Mittel aus je zwei Beobchtungen.)

ach dem Einschalten, wenn als erster Schirm angewandt wird:

Seidenes Zeug.	Elfenbein $1^{mm},7$ dick.	Postpapier $0^{mm},05$ dick.	Mit Carmin überzogenes Papier $0^{mm},15$ dick.	Schwarzer undurchsichtiger Lack $0^{mm},5$ dick.	Schwarzes undurchsichtiges Glas $2^{mm},0$ dick.	Farbloses Glas $1^{mm},9$ dick.
19,00	13,62	18,50	17,25	16,75	19,00	27,50
15,10	12,35	15,60	13,85	13,97	16,85	21,60
7,55	7,92	8,30	7,55	3,92	4,42	11,80
26,25	22,25	27,25	24,50	24,00	26,75	31,25
16,60	11,60	15,22	15,35	13,85	13,10	26,85
13,37	11,88	14,00	14,00	12,75	10,62	21,37

Wärme gehen auf gleiche Weise durch die diathermanen Körper hindurch (s. die zweite Tabelle, S. 356, 357), und s mufs daher für die Durchstrahlung gleichgültig seyn, i welchem Verhältnifs sie mit einander gemischt sind, je achdem sie an der einen oder andern Platte austreten.

Die nachfolgenden Zahlen (arithmetische Mittel aus je wei Beobachtungen) bestätigen diefs:

ach dem Einschalten, wenn als erster Schirm angewandt wird:

Seidenes Zeug.	Elfenbein $1^{mm},7$ dick.	Postpapier $0^{mm},05$ dick.	Mit Carmin überzogenes Papier $0^{mm},15$ dick.	Schwarzer undurchsichtiger Lack $0^{mm},5$ dick.	Schwarzes undurchsichtiges Glas $2^{mm},0$ dick.	Farbloses Glas $1^{mm},9$ dick.
10,22	9,97	10,10	10,10	9,85	10,10	10,10
9,32	9,20	9,20	9,07	9,20	9,20	9,20
3,92	3,80	4,05	3,92	3,80	3,92	4,05
20,77	20,52	20,77	20,65	20,77	20,65	20,52
7,25	7,00	7,00	7,00	7,12	7,00	7,12
8,82	8,95	8,82	8,82	8,70	8,70	8,82

Man erhält jetzt stets beim Einschalten des rothen Glases eine Abweichung der Nadel von 9°,85 bis 10°,22, und beim Einstellen des Kalkspaths von 7° bis 7°,25, welche Substanz auch den ersten Schirm bilden mag, sofern die directe Einstrahlung der von ihm ausgesandten und der ihn durchdringenden Wärme eine Ablenkung von 35° hervorgebracht hat. — Aehnliches ist beim blauen Glase, Alaun, Steinsalz und Gyps der Fall. Alle jene Werthe differiren aber, so weit sie zusammengehören, nur innerhalb der Beobachtungsfehler.

Ein gleiches Resultat ergiebt sich, wenn man die ge-

Dicke in Millimetern.	Eingeschaltete Substanzen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung.	Ablenkung nach dem Einschalten für			
			Eine adiathermane Substanz.	Seidenes Zeug.	Elfenbein von 1mm,7 Dicke.	Postpapier 0mm,05.
1,5	Rothes Glas	35°	10,08	10,17	10,17	10,08
1,4	Blaues Glas		9,17	9,25	9,17	9,25
1,4	Alaun		3,83	3,92	3,83	4,00
4,4	Steinsalz		20,50	20,58	20,66	20,66
3,7	Kalkspath		7,33	7,25	7,25	7,25
1,4	Gyps	35°	8,70	8,75	8,80	8,75

Die von adiathermanen und diathermanen Körpern ausgesandte Wärme geht also innerhalb der Gränzen dieser Versuche auf völlig gleiche Weise durch die zu ihrer Prüfung angewandten Medien hindurch. Dabei ist es (wie ebenfalls aus den mitgetheilten Werthen hervorgeht) *gleichgültig, ob die ausstrahlenden Substanzen* (z. B. schwarzer Lack oder weifses Glas) *eine gröfsere oder geringere Dicke haben.*

Ich habe noch anzuführen, was mich berechtigt, die zuletzt untersuchten Körper, bei denen ich unter den Strahlen der Argand'schen Lampe Verschiedenheiten im Durchgange durch rothes, blaues Glas, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps wahrnahm (s. S. 360, 361, I. Tab.), für *diatherman* zu halten.

Niemand wird Bedenken tragen, ein directes Durchdringen der Wärme durch farbloses Glas und die Poren des

nnten *diathermanen Körper* durch *Leitung* unter oder bis)° R. erwärmt, nachdem man sie auf Metallwürfel aufgeagen hat, welche durch siedendes Wasser zu jener Temeratur erhitzt werden können.

Die beobachteten Zahlen stimmen in diesem, wie in dem rigen Falle genau mit denen überein, welche früher für liathermane Substanzen erhalten wurden (vergl. die Tabellen S. 354, 356, und 357). Zur Erleichterung des Vereichs ist eine derselben der folgenden Uebersicht hinzugegt worden. — (Sie enthält arithmetische Mittel aus je drei ersuchen.)

e bei 80° R. ausstrahlenden Körper:

Carmin (dünne chicht).	Schwarzes undurchsichtiges Glas 2mm,0.	Schwarzer Lack		Farbloses Glas			
		dünne Schicht.	dicke Schicht.	1mm,1 dick.	1mm,6 dick.	2mm,2 dick.	3mm,0 dick.
10,08	10,25	1,05	10,25	10,08	10,17	10,17	10,17
9,17	9,25	9,08	9,17	9,25	9,17	9,17	9,17
3,92	3,83	3,92	3,92	4,00	4,00	4,08	3,92
20,58	20,66	20,50	20,66	20,58	20,50	20,75	20,66
7,17	7,08	7,17	7,17	7,08	7,00	7,08	7,17
8,75	8,75	8,75	8,80	8,80	8,75	8,75	8,70

idenen Zeuges zuzugestehen. Aber es könnte zweifelhaft yn, ob eine Durchstrahlung im eigentlichen Sinne, wenn ich nur eine diffuse, bei völlig undurchsichtigem Glase d Lack, bei einer Carminschicht, Papier und Elfenbein zunehmen sey. Dafs diefs in der That der Fall ist, wird e folgende Untersuchung beweisen.

Setzt man irgend einen Körper, ausgenommen Rufs und etall (s. S. 205, 206 Note 1, und S. 231, Note 2 Ausnahme), or dem geschwärzten Thermoskop nach einander den Strahn verschiedener Wärmequellen, z. B. einer Argand'schen ampe und eines auf 80° R. erhitzten Metallcylinders, aus, elche direct eine gleiche Wirkung auf das Instrument ausben, so zeigt dasselbe verschiedene Grade an. Diese Difrenz der Angaben kann entweder davon herrühren, dafs ie eingeschaltete Substanz adiatherman ist und sich unter

dem Einfluſs verschiedener Wärmequellen in ungleichem Grade erhitzt, oder daſs sie diatherman ist und die verschiedenartigen Strahlen in ungleicher Weise hindurchläſst, oder endlich, daſs die beobachteten Wirkungen auf das Thermoskop theils durch die Erwärmung der Schirme, theils durch die sie durchdringenden Strahlen hervorgebracht werden.

In dem vorliegenden Falle kommt es darauf an, sich mit Bestimmtheit von dem Antheil dieser letzteren zu überzeugen. Zu dem Ende berufse man die eingeschalteten Substanzen auf Seiten des Thermoskops, und hebe so die Durchstrahlung, falls sie stattfinden sollte, auf. Die Verschiedenheiten, welche jetzt beim Einschalten des zu untersuchenden Körpers auftreten, können nur seiner ungleichen Erwärmung zugeschrieben werden. Ist er *adiatherman*, so bleiben diese Unterschiede auch beim Entfernen des Rufsüberzuges dieselben, wie wir früher (S. 350, 351) an einer dikken Carminschicht und am schwarzen Papier gesehen haben. Ist er aber *diatherman*, so gehen darin durch den Hinzutritt der hindurchgelassenen Wärme mancherlei Veränderungen vor, welche sich am deutlichsten an den Experimenten selbst werden darstellen lassen.

War die Galvanometernadel durch die directe Einwirkung der Wärmequelle auf 40° abgelenkt worden, so stellte sie sich beim Einschalten des der Thermosäule zu berufsten *schwarzen Glases* in Folge seiner Erwärmung auf 12° ein, wenn die Argand'sche Lampe, auf 11°, wenn der dunkle Cylinder auf dasselbe einstrahlte. Dagegen wich sie im ersten Falle auf 16°,25 ab, sobald man den Rufsüberzug fortnahm, während die Ablenkung im zweiten Falle dieselbe blieb. Die Differenz der Angaben betrug also für die verschiedenen Wärmequellen am berufstem Glase: 1°, am unberufsten: 5°,25. Dieſs ist ein untrüglicher Beweis, daſs beim Entfernen der Rufsschicht eine Durchstrahlung eintritt, welche für die Differenz der Ablenkungen in demselben Sinne wie die Absorption wirkt.

Beim Einstellen des *schwarzen Lacks* brachten die ver-

schiedenen Wärmequellen eine gleiche Wirkung auf das Instrument hervor, so lange er auf Seiten des letzteren mit Rufs bekleidet war; eine ungleiche, wenn man den Ueberzug abnahm. Diese Ungleichheit kann aber nur dem jetzt gestatteten Durchgang der Wärme zugeschrieben werden.

Schaltete man die dünne, mit Rufs überzogene *Carminschicht* ein, so ging die Nadel von 40° auf 17°,37 zurück, wenn jene den Strahlen der Lampe, auf 21°,25, wenn sie denen des Metallcylinders ausgesetzt wurde. Beim Abnehmen der Berufsung stellte sie sich das erste Mal auf 19°,63, das zweite Mal auf 19°,87 ein. Der vorher beobachtete, von der ungleichen Erwärmung herrührende Unterschied verschwindet jetzt durch eine Compensation von Durchstrahlung und Absorption, indem diese für die Wärme der Flamme geringer als für die Wärme des erhitzten Cylinders, jene für die Strahlen des Cylinders geringer, als für die der Argand'schen Lampe ist.

Beim *Postpapier* geht die Differenz der Angaben durch das Entfernen des Rufsüberzuges sogar in die entgegengesetzte über. Während man nämlich durch die Erhitzung des der Säule zu berufsten Papiers unter den Strahlen der Flamme eine Ablenkung von 18°,37, und unter denen des dunkeln Cylinders von 21°,13 wahrnimmt, beobachtet man am unberufsten im ersten Falle 22°,25, im letzteren 20°,5. Es tritt also auch diefsmal eine Durchstrahlung ein, welche der Erwärmung entgegenwirkt, und in dem Grade überwiegt, dafs sie den Einflufs der ungleichen Absorption nicht allein überwindet, sondern sogar ein Umschlagen der Differenz auf die andere Seite herbeiführt.

Dasselbe war beim *Elfenbein* der Fall, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist, welche die Details der Beobachtungen enthält (als arithmetische Mittel aus je zwei Versuchen).

Wärmequelle.	Ablenkung durch directe Einstrahlung der Wärmequellen.	Ablenkung nach schwarzem Glase $2^{mm},0$ dick.		Ablenkung nach schwarzem Lack $0^{mm},5$ dick.	
		berufst.	unberufst.	berufst.	unberufst.
Argand'sche Lampe	35°	10,62	14,75	12,75	15,75
Metallcylinder bei 80° R.		8,75	9,50	12,63	13,25
Argand'sche Lampe	35°	12,00	16,25	14,37	18,37
Metallcylinder bei 80° R.		11,00	11,00	14,37	14,63

Alle diese Veränderungen des Unterschiedes der thermoskopischen Angaben beim Entfernen des Rufsüberzuges wären bei adiathermanen Körpern nicht hervorgetreten (s. S. 350, 351).

Sonach ist es erwiesen, dafs schwarzes Glas, schwarzer Asphaltlack, eine dünne Carminschicht, Postpapier und Elfenbein unter den bezeichneten Umständen in der That *diatherman* waren.

Die grofsen Verschiedenheiten, welche sich beim Durchgange durch rothes, blaues Glas, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps herausstellen (S. 360, 361, I. Tab.), als man jene

Wärmequellen.	Ablenkung durch directe Einstrahlung der Wärmequellen.	Ablenkung durch rothem Glase $1^{mm},5$.
Ein adiathermaner Körper, zwischen 25° und 80° R. (s. S. 360, I. Tabelle) . . .	35°	10,12
Die Hand, zwischen 23° R. und 28°,5 R.	35°	10,17

Nimmt man hierzu die Erfahrung, dafs die strahlende Wärme verschiedener Körper (bei übereinstimmender Intensität) eine und dieselbe Substanz auch in gleichem Grade erwärmt, wie sie eine und dieselbe diathermane auf gleiche Weise durchdringt, so ist das Gesammtresultat dieser Beobachtungen: *dafs die von den verschiedensten, bisher untersuchten, festen Körpern bei ungleicher Dicke und ungleicher Beschaffenheit ihrer Oberfläche ausgesandte Wärme durch*

nach dem Einschalten von:

mit Carmin überzogenem Papier $0^{mm},15$ dick.		Postpapier $0^{mm},05$ dick.		Elfenbein $1^{mm},7$ dick.	
berufst.	unberufst.	berufst.	unberufst.	berufst.	unberufst.
14,75	16,75	15,63	19,25	8,75	10,37
17,75	16,87	17,63	18,25	8,87	9,25
17,37	19,63	18,37	22,25	10,00	11,87
21,25	19,87	21,13	20,50	10,87	10,50

Substanzen den Strahlen der Argand'schen Lampe aussetzte, rührten also nur von der sie *durchdringenden* Wärme, nicht aber davon her, dafs die von ihnen *ausgesandte* in ungleichem Verhältnifs durch die genannten Medien hindurchgegangen wäre.

3. Aus den nachfolgenden Zahlen ergiebt sich, dafs auch *die durch den Lebensproceſs entwickelte Wärme*, z. B. die von der Hand ausgestrahlte auf gleiche Weise, wie die früher untersuchten (S. 353 bis 363) von den diathermanen Medien hindurchgelassen wird [1]).

nach dem Einschalten von:

blauem Glase $1^{mm},4$.	Alaun $1^{mm},4$.	Steinsalz $4^{mm},4$.	Kalkspath $3^{mm},7$.	Gyps $1^{mm},4$.
9,22	3,92	20,62	7,22	8,75
9,17	3,92	20,66	7,25	8,66

die uns bis jetzt zu Gebote stehenden Mittel als gleichartig erkannt worden ist, auf welche Weise sie auch, innerhalb der Gränzen dieser Versuche (d. h. zwischen 25 und 90° R.), in ihnen erregt worden seyn mag.

Mit Berücksichtigung dieser Thatsache, wonach ein Kör-

1) Hiermit ist zugleich Forbes's Meinung (diese Annalen, Bd. 51, S. 93) widerlegt, dafs die von siedendem Wasser und die von der Hand ausgesandte Wärme als verschiedenartig zu betrachten seyen.

Körper stets *Wärme derselben Art* aussendet, so verschieden immer die ihn erwärmenden Strahlen seyn mögen (s. besonders S. 355 bis 358), erscheint die Bemerkung des ersten Abschnitts erklärlich, dafs auch sein *Ausstrahlungsvermögen*, welches die *Menge* jener Wärme bedingt, unter diesen veränderten Umständen *ein und dasselbe* ist (S. 347 bis 351).

Für die *Bestimmung der specifischen Wärme* ist jenes Resultat nicht ohne Interesse. Absorbirte nämlich das Eis im Calorimeter [1]) die von verschiedenen Substanzen ausgestrahlte Wärme schon innerhalb der bezeichneten Temperaturgränzen auf ungleiche Weise [2]), d. h. von einer constanten Wärmemenge einen gröfseren oder geringeren Antheil, je nachdem sie von dem einen oder anderen Körper ausgeht, so würde die geschmolzene Eisquantität kein reines Maafs für die von verschiedenen Substanzen ausgestrahlte Wärmemenge seyn, auf deren Berechnung diese ganze Bestimmung beruht.

Die mitgetheilten Resultate führen aufserdem auf ein *neues Mittel zu untersuchen, ob ein Körper Wärmestrahlen überhaupt hindurchlasse oder nicht.*

Bei den ersten Untersuchungen in dieser Beziehung schlofs man auf die Diathermanität gewisser Substanzen daraus, dafs man, bei ihrem Einschalten vor einer Wärmequelle, Wirkungen auf das Thermoskop erhielt, welche nicht von der eigenen Erwärmung der zwischengestellten Medien herrühren konnten, entweder, weil man diese für das Instrument unwahrnehmbar gemacht hatte, oder weil jene Wirkungen durch die Mittel geschwächt wurden, welche die Absorption erhöhten (s. S. 210, Note 3, S. 226 und 227).

Diese Methode setzte jedoch eine gewisse Stärke der Durchstrahlung voraus, und wäre z. B. in Fällen, wie die oben

1) Lavoisier und Laplace: *Mém. de l'Acad. des Sciences (à Paris)* 1780, *p.* 355 *seqq.*

2) Wie dieſs bei verschiedenen Wärmestrahlen der Fall ist. (Melloni: Diese Annalen, Bd. 44, S. 357 bis 365.)

oben (S. 359 bis 367) betrachteten, nicht anwendbar gewesen, in denen man es nur mit geringen Antheilen frei durchstrahlender Wärme zu thun hatte. Für diese bediente ich mich daher des bereits (S. 363 bis 367) beschriebenen Verfahrens, d. h. ich untersuchte an den eingeschalteten Substanzen zuerst die Wirkungen der Absorption bei verschiedenen Wärmequellen allein, indem ich die directe Durchstrahlung der Wärme durch einen Rufsüberzug verhinderte, machte alsdann die Durchstrahlung möglich und schlofs aus den nun beobachteten Wirkungen, ob sie in der That zur Absorption hinzugetreten war, oder nicht.

Das neue Mittel, welches dem vorigen Nichts an Empfindlichkeit nachgiebt, hat den Vorzug, die zu prüfende Substanz nicht dem Berufsen auszusetzen. Es wird sich am deutlichsten an einem Beispiel darstellen lassen.

Gesetzt, man solle entscheiden, ob Elfenbein diatherman ist, oder nicht.

Zu dem Ende erwärme man irgend eine als adiatherman bekannte Platte, z. B. von Holz, Pappe oder Kohle, dergestalt durch die Strahlen einer Argand'schen Lampe, dafs ihre Ausstrahlung gegen die Säule durch ein Diaphragma hindurch eine bestimmte Ablenkung, z. B. von 35° am Multiplicator hervorbringt. Darauf schalte man vor dem Thermoskop, diesseits des durchbrochenen Schirms, eine diathermane Substanz ein. Die Nadel weicht alsdann zurück, z. B. beim rothen Glase von $1^{mm},5$ Dicke auf $10°,25$. Ebenso wie mit der adiathermanen Fläche verfahre man mit der Elfenbeinplatte. Man bringe sie in eine solche Stellung zur Argand'schen Lampe und zur Thermosäule, dafs, wie vorher, eine Abweichung der Galvanometernadel um 35° erzeugt wird, welche in diesem Falle möglicherweise, aufser von der Erhitzung der Elfenbeinplatte, von der durch sie hindurchgehenden Wärme der Flamme herrühren kann. Es fragt sich nun, ob die Wärmestrahlen, welche die Nadel unter solchen Umständen auf 35° abgelenkt haben, die diathermane Substanz in demselben Verhältnifs durchdringen werden, wie die vorher von der adiathermanen Fläche aus-

gesandten, d. h. ob man auch jetzt z. B. beim Einschalten des rothen Glases einen Rückgang der Nadel auf 10°,25 erhalten wird. Ist dieſs der Fall und in ähnlicher Weise an allen übrigen diathermanen Medien, deren man sich zur Prüfung bedient, z. B. auch beim blauen Glase, Alaun, Steinsalz, Kalkspath und Gyps, so ist auch die Elfenbeinplatte adiatherman. Denn nur dann treten, wie wir wissen (s. S. 356 und 357), keine Verschiedenheiten in dieser Beziehung auf. Gehen aber die Wärmestrahlen das zweite Mal nicht auf dieselbe Weise, wie vorher, durch die diathermanen Körper hindurch, erhält man auch nur bei einer einzigen eine andere Ablenkung nach dem Einschalten wie vorher, so ist dieſs ein Beweis für die Diathermanität der Elfenbeinplatte. — Die Beobachtung ergab 13°,62 beim Einschalten des rothen Glases und ähnliche Verschiedenheiten bei den anderen diathermanen Substanzen (S. 360, 361 I. Tab.). Das Elfenbein war also diatherman. Das Kriterium zur Entscheidung jener Frage ist sonach kurz dieſs:

»Ist die Wärme, welche an der zu prüfenden Platte austritt, wenn sie den Strahlen einer Argand'schen Lampe ausgesetzt wird, mittelst Durchstrahlung nicht von der Wärme irgend eines als adiatherman bekannten Körpers zu unterscheiden, so ist die Platte selbst adiatherman. Treten Verschiedenheiten auf, so ist sie diatherman.«

Dieser Satz konnte erst aufgestellt werden, seitdem man wuſste, daſs die eigene Wärme verschiedener Substanzen dergleichen Unterschiede nicht herbeiführt.

Die Temperatur der verglichenen Körper darf dabei 90° R. natürlich nicht überschreiten (s. S. 222 und 223).

Daſs es nicht gleichgültig ist, ob man sich zu dieser Untersuchung einer Argand'schen Lampe oder irgend einer andern Wärmequelle bedient, ist aus den in der II. Tab. S. 360, 561 mitgetheilten Versuchen zu ersehen, in denen adiathermane und diathermane Körper nicht von einander zu unterscheiden waren, wenn man, bei übrigens gleichem Verfahren, die Argand'sche Lampe mit einem auf 80° R. erhitzten Metallcylinder vertauschte.

»Indeſs könnte man auch die gegebene Substanz zuerst

einer Argand'schen Lampe, und dann einer Wärmequelle von 80° R. aussetzen, und untersuchen, ob die in beiden Fällen an ihr austretenden Wärmestrahlen die diathermanen Medien auf gleiche oder ungleiche Weise durchdringen. Im ersten Falle wäre sie adiatherman (vergl. mit einander die Tabellen S. 356 und 357); im zweiten diatherman (vergl. mit einander die Tabellen S. 360 und 361).«

Wir haben also in der That *ein neues sicheres Mittel zur Entscheidung der Frage nach der Diathermanität eines Körpers* gewonnen, und sind im Stande seine Empfindlichkeit in hohem Grade zu steigern, weil es dabei nicht mehr darauf ankommt, die eigene Wärme der untersuchten Substanz vom Thermoskop fern zu halten, es also gestattet ist, die Wärmequelle beliebig stark auf sie einwirken zu lassen.

II. *Ueber die täglichen Veränderungen des Barometers in der heifsen Zone; von H. Dove.*

(Aus dem Monatsbericht der Acad. 1846. März.)

In einer vor 15 Jahren in diesen Ann., Bd. 22, S. 219 und 493, erschienenen Abhandlung hat der Verf. durch Berechnung der Beobachtungen in Apenrade gezeigt, dafs wenn man vom Gesammtdruck der Atmosphäre die Elasticität der Dämpfe abzieht, die nun übrigbleibenden täglichen Veränderungen des Drucks der trocknen Luft eben so wie die der Elasticität des Dampfs eine vierundzwanzigstündige Periode befolgen, und zwar in der Weise, dafs die Spannkraft der Dämpfe um dieselbe Zeit ihr Maximum erreicht, wo der Druck der Luft am kleinsten wird und umgekehrt, und dafs diese beiden Extreme nahe mit der Zeit der gröfsten und kleinsten täglichen Wärme zusammenfallen. Beziehen wir daher beide getrennte Curven auf eine geradlinige Abscissenaxe, so erscheinen beide ohne Wendungspunkte, nur kehren sie ihren convexen Scheitel nach entgegengesetzten Seiten. Am Barometer aber beobachten wir die Curve der Elasticität des Wasserdampfs bezogen auf die Curve des Drucks der trocknen Luft als Abscissenaxe, und wir erhalten daher eine Curve, welche gegen eine geradlinige Abscissenaxe in der einen Hälfte des Tages ihren convexen, in der andern ihren concaven Scheitel zukehrt.

Stellen sich die täglichen Oscillationen des Barometers dem Meere nahe liegender Orte als ein Interferenzphänomen analog den Quadraturfluthen des Meeres dar, so sind diese Oscillationen im Innern der Continente hingegen ein Coïncidenzphänomen analog den Fluthen der Syzygien. An Orten nämlich, welche fern vom Meere liegen, an welchen also kein bei Tage eintretender Seewind das ergänzen kann, was der Courant ascendant den unteren Schichten an Feuchtigkeit entführt, wird die Curve der Elasticität des Wasserdampfs sich an die Curve des Drucks der trocknen Luft

anschliefsen, indem beide nach der wärmeren Tageszeit hin sich senken, da sowohl trockne Luft als Wasserdampf durch den aufsteigenden Luftstrom in die Höhe geführt werden und seitlich abfliefsen. Man hat für einen Ort des entschiedenen Continentalklimas daher zu erwarten, dafs das Maximum des Morgens für den gesammten am Barometer gemessenen Druck der Atmosphäre wegfalle, wie es bei Orten in der Nähe der See nur für den von der Elasticität des Wasserdampfs gesonderten Druck der trocknen Luft stattfindet. Diese auffallende Erscheinung tritt nun auch wirklich, wie ich in einer der Academie im Juli 1841 vorgelegten Arbeit (Bericht 1841, S. 254) gezeigt habe, im Innern von Sibirien hervor.

Es ist unmittelbar klar, dafs zwischen jenen beiden Extremen des See- und Continentalklimas ein allmäliger Uebergang stattfinden wird, und so zeigt es sich denn in der That. Hr. Kupffer hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dafs Petersburg dieselben Verhältnisse zeigt als Apenrade, und später haben die stündlichen und zweistündlichen Beobachtungen von Plymouth, Greenwich und Brüssel diefs noch evidenter bestätigt. Mühlhausen, Halle, Prag, München, Ofen entfernen sich von diesen einfachen Verhältnissen immer mehr im Verhältnifs ihrer gröfseren Entfernung vom atlantischen Ocean, während, wie Sabine gezeigt hat, Toronto unmittelbar am Ufer des Ontario und unter den Einflufs der nahe gelegenen Wasserspiegel des Erie- und Huronensees wiederum weit mehr als Prag sich den Verhältnissen der Seeküste anschliefst (*Report of the British Association* 1844, *p.* 42). Diese Uebergangsformen sind daher nicht, wie einige Physiker irrthümlicherweise geglaubt haben, eine Widerlegung der Ansicht des Verf., sondern vielmehr eine evidente Bestätigung derselben, denn wenn die täglichen Barometerveränderungen aus der Zusammenwirkung des Druckes der trocknen Luft- und Dampfatmosphäre entstehen, so ist eben von selbst klar, dafs sie sich stark modificiren müssen, wenn wir uns von den Küsten in das Innere des Continents begeben. Diefs hat der Verf.

bereits in seiner ersten Abhandlung entschieden ausgesprochen, aus der er daher sich folgende Stelle (Pogg. Ann., Bd. 22, S. 493) zu entlehnen erlaubt: »An allen Orten, wo durch einen lebhaften Courant ascendant mehr Feuchtigkeit nach oben abgeführt wird, als durch die gesteigerte Verdampfung ersetzt werden kann, wo also die Curve der Elasticität des Dampfes an ihrem convexen Scheitel eine Einbiegung erhält, wird das Fallen des Barometers nach dem Minimum des Nachmittags hin stärker seyn als an Orten, wo diefs nicht stattfindet, und es ist wahrscheinlich, dafs diese Unterschiede an den einzelnen Orten von der Menge des vorhandenen Wassers und von der Lebhaftigkeit des aufsteigenden Luftstromes abhängen werden. Um nicht mifsverstanden zu werden, bemerke ich daher, dafs ich über die Modificationen, welche durch diese Bedingung in der Curve der Elasticität des Dampfes entstehen können, mich jeder Vermuthung enthalte. Die bisherigen Berechnungen deuten auf sehr erhebliche Unterschiede für Orte des Continental- und Seeklimas; welches aber die täglichen Veränderungen des Druckes der Dampfatmosphäre in einer weiten Sandwüste seyn mögen, möchte, ohne Beobachtungen feststellen zu wollen, ein müfsiges Unternehmen seyn.« Dafs einige Physiker aus diesen klar ausgesprochenen Worten herausgelesen haben, der Verf. behaupte, alle Erscheinungen seyen genau so, wie in Apenrade, ist ihm vollkommen unbegreiflich, dafs er aber die Bestätigung seiner Theorie für das Innere der Continente nicht eher geben konnte, als bis Beobachtungen vorhanden waren, liegt eben so nahe. Dem Verf. schien es nur zweckmäfsig auch hier erst abzuwarten, bis die Natur sich evident ausspricht. Halbe Untersuchungen führen nirgends zu etwas, am wenigsten in der Meteorologie.

Das für die täglichen Veränderungen Gesagte gilt in gleicher Weise für die jährlichen, wie der Verf. ausführlich in der der Academie im October 1842 vorgelegten Arbeit (Bericht 1842, S. 305) gezeigt hat

Aufserdem ist es klar, dafs es ein vollkommen vergeb-

liches Unternehmen ist, die Gröfse der täglichen Oscillationen des Barometers ohne Berücksichtigung der hier geltend gemachten Sonderung als eine Function der geographischen Breite darzustellen. Diefs hat Hr. Forbes mit der jeden Naturforscher ehrenden Offenheit anerkannt, indem er im *Meteorological Report* erklärt, seine mühsame, in dieser Hinsicht unternommene Arbeit sey vergeblich gewesen. Auch spricht sich Colonel Sabine ganz eben so darüber aus, als der Verf. es früher (Bericht 1841, S. 284) gethan hatte.

Dennoch fehlte bis jetzt eine wesentliche Prüfung der Ansicht des Verf., nämlich von Orten des tropischen Klimas, wo die täglichen Oscillationen bekanntlich am gröfsten und am regelmäfsigsten sind. Die Ergänzung dieser Lücke ist dem Verf. erst jetzt möglich. Die der Academie heute vorgelegte Arbeit enthält, aufser weiteren und vollständigeren Belegen für die gemäfsigte Zone, auch die Untersuchung einer ächt tropischen Station, nämlich Javas.

Unter dem Titel: *Vervolg der meteorologische Waarnemingen te Buitenzorg op Java*, enthält das erste Stück des zwölften Theils der *Nieuwe Verhandelingen der eerste Klasse van het Nederlandsche Institut* eine Fortsetzung der mit dem September 1841 beginnenden Beobachtungen des Hrn. Onnen, welche in einem früheren Bande veröffentlicht worden waren. Die Beobachtungsstunden des ersten Jahren waren 6, 12, 3, 6, 12, also zu Untersuchungen der täglichen Oscillation weniger geeignet. In der zweiten Reihe vom October 1842 bis Februar 1844 sind 6, 9, $3\frac{1}{2}$, 10 die Stunden, an welchen Barometer, Psychrometer, Himmelsansicht und Windfahne gleichzeitig beobachtet wurden. Die Sonderung der Luft und Dampfatmosphäre führt zu folgenden Ergebnissen:

Java.

Barometer 700mm +.

	6.	12.	3.	6.	12.
Januar	36,80	36,54	35,15	36,02	36,97
Februar	35,62	35,74	34,89	35,29	35,99
März	34,91	34,62	33,73	34,34	35,31
April	35,24	35,00	34,00	34,59	35,89
Mai	34,88	34,68	33,56	34,15	35,27
Juni	35,20	35,08	34,08	34,43	35,46
Juli	35,70	35,53	34,59	34,70	35,90
August	35,94	35,69	34,60	34,95	36,32
September	35,83	35,60	34,38	34,66	35,69
October	36,78	36,63	34,80	35,96	36,80
November	35,63	36,57	34,22	35,08	35,82
December	35,00	35,10	33,68	34,38	35,31

Elasticität der Dämpfe. Millim.

	6.	12.	3.	6.	12.
Januar	18,00	20,17	20,25	19,52	18,45
Februar	18,03	20,56	20,15	19,89	19,06
März	17,41	19,41	19,36	19,33	18,47
April	17,32	20,05	20,26	19,43	18,53
Mai	17,13	19,44	19,83	19,69	18,61
Juni	16,49	18,55	19,59	18,79	18,15
Juli	15,63	16,32	17,44	17,61	17,29
August	16,18	17,60	18,29	18,05	17,65
September	16,13	17,29	17,45	17,79	17,68
October	17,32	18,70	18,17	18,77	18,47
November	17,83	20,03	19,94	18,91	18,36
December	17,55	19,33	19,89	19,28	18,51

Trockne Luft 700mm +

	6.	12.	3.	6.	12.
Januar	18,80	16,37	14,90	16,50	18,52
Februar	17,59	15,18	14,74	16,40	16,93
März	17,50	15,21	14,27	15,01	16,84
April	17,92	14,95	13,74	15,16	17,36
Mai	17,75	15,24	13,73	14,46	16,66
Juni	18,71	16,53	14,49	15,64	17,31
Juli	20,07	19,21	17,15	17,09	18,61
August	19,76	18,09	16,31	16,90	18,67
September	19,70	18,31	16,93	17,87	18,01
October	19,46	17,93	16,63	17,19	18,33
November	17,80	15,54	14,28	16,17	17,46
December	17,45	15,77	13,79	15,05	16,80

Mittel der zweiten Reihe.

	Temp. C.	Baromet.	El. d. D.	Tr. Luft.
Januar	23,79	35,47	18,89	16,58
Februar	24,04	36,15	18,66	17,49
März	24,12	35,24	19,03	16,21
April	24,79	35,61	18,58	17,03
Mai	24,89	34,44	19,33	15,11
Juni	—	—	—	—
Juli	24,34	35,82	17,15	18,67
August	24,69	36,32	18,29	18,03
September	25,03	36,29	17,02	19,27
October	24,98	36,26	17,94	18,32
November	24,66	34,87	18,56	16,31
December	24,73	36,35	18,44	17,91

Barometer 700mm +.

	6.	9.	3½.	10.
Januar	35,91	36,75	35,03	36,68
Februar	36,17	37,05	34,80	36,56
März	34,25	35,06	32,96	34,85
April	35,53	36,44	34,52	35,94
Mai	34,34	35,08	33,49	34,86
Juni	—	—	—	—
Juli	35,83	36,70	34,63	36,10
August	36,34	37,11	35,19	36,63
September	36,35	37,11	35,09	36,60
October	36,21	37,17	35,10	36,57
November	34,76	35,56	33,81	35,38
December	36,28	37,06	35,26	36,79

Elasticität der Dämpfe. Millim.

	6.	9.	3½.	10.
Januar	17,88	19,25	19,68	18,72
Februar	17,74	19,03	19,57	18,29
März	17,82	19,43	20,16	19,08
April	17,36	18,62	19,85	18,49
Mai	17,83	19,12	21,03	19,32
Juni	—	—	—	—
Juli	15,45	16,91	18,23	18,02
August	16,49	17,40	19,15	18,12
September	15,67	16,85	18,07	17,49
October	16,94	18,04	18,76	18,01
November	17,45	18,76	19,31	18,72
December	17,20	18,58	19,51	18,46

Trockne Luft 700mm +.

	6.	9.	3½.	10.
Januar	18,03	17,50	15,35	17,96
Februar	18,43	16,02	15,23	18,27
März	16,44	15,63	12,80	15,77
April	18,17	17,82	14,67	17,45
Mai	16,51	15,96	12,46	15,54
Juni	—	—	—	—
Juli	20,38	19,79	16,40	18,08
August	19,85	19,71	16,04	18,51
September	20,68	20,26	17,02	19,11
October	19,27	19,13	16,34	18,56
November	17,31	16,80	14,50	16,66
December	19,08	18,48	15,75	18,33

Durch die Combination beider Reihen sieht man, dafs auch hier das bei dem Barometer äufserst deutlich ausgesprochene Morgenmaximum für die gesonderten Atmosphären vollkommen verschwindet, und dafs überhaupt in der ganzen Krümmung von 6 Uhr Morgens bis Mitternacht weder in der Curve der trocknen Luft, noch in der der Elasticität des Wasserdampfs sich ein Wendungspunkt zeigt. Die zweite Beobachtungsreihe ergiebt nämlich:

	Luft.	Dampf.
6	18,56	17,07
9	17,92	18,36
3½	15,16	19,39
10	17,66	18,43
Mittel	17,32	18,31

die erste aber:

	Luft.	Dampf.
6	17,71	17,09
12	16,53	18,95
3	15,08	19,23
6	16,12	18,92
12	17,63	18,27
Mittel	16,61	18,49

also durch Verbindung beider als Abweichung vom Mittel:

	Luft.	Dampf.
6	+1,17	−1,32
9	+0,60	+0,05
12	−0,08	+0,46
3	−1,53	+0,74
3½	−2,16	+1,08
6	−0,49	+0,43
10	+0,34	+0,12
12	+1,02	−0,22

Die Beobachtungen von Java beantworten daher die unter den *Problems solved and to be solved* im Jahre 1845 aufgeworfene Frage des aus den HH. Herschel, Whevell, Peacock, Airy, Lloyd und Sabine bestehenden Committee der British Association: *has Mr. Dove's resolution of barometric fluctuation into two elements received any confirmation*, entschieden bejahend.

Zeigen die für Java erhaltenen Resultate auf das Bestimmteste, dafs die für die periodischen Veränderungen der gemäfsigten Zone gegebene Erklärung auch in der tropischen Zone als ausreichend sich bewährt, so ist doch damit nicht gesagt, dafs an allen Stationen derselben das Phänomen in so ungetrübter Einfachheit auftreten wird. Wir besitzen vielmehr bereits Beobachtungen einer Station, wo es sich verwickelter darstellt.

Colonel Sabine hat in einer, bei der Versammlung der Naturforscher in Cambridge vorgelesenen Abhandlung, welche eben unter dem Titel *on some points in the meteorology of Bombay* in London erschienen ist, die Beobachtungen, welche Hr. Buist in dem *Report on the Meteorological Observations made at Colaba Bombay* publicirt hat, in Beziehung auf die täglichen Veränderungen der trocknen Luft- und Dampfatmosphäre in der täglichen Periode einer vorläufigen Berechnung unterworfen, aus welcher hervorgeht, dafs der Druck der trocknen Luft eine zwölfstündige Periode befolgt, also innerhalb 24 Stunden zwei Maxima und zwei Minima erreicht. Diese Beobachtungen ergaben nämlich im Jahre 1843:

Mittlere Zeit.	Temp. F.	Barom. 29″+.	Dampf.	Trockne Luft.
18	78°,4	0,805	0″,750	29″,055
20	79 ,6	0,840	0 ,766	29 ,074
22	81 ,8	0,852	0 ,771	29 ,081
0	83 ,2	0,817	0 ,768	29 ,049
2	84 ,1	0,776	0 ,795	28 ,981
4	83 ,9	0,755	0 ,800	28 ,955
6	82 ,3	0,774	0 ,802	28 ,972
8	81 ,2	0,806	0 ,801	29 ,005
10	80 ,3	0,825	0 ,780	29 ,045
12	79 ,8	0,809	0 ,775	29 ,034
14	79 ,4	0,786	0 ,766	29 ,020
16	78 ,9	0,778	0 ,761	29 ,017
Mittel	81°,1	0,802	0″,780	29″,022

Hr. Sabine macht darauf aufmerksam, dafs die beiden Minima des Druckes der trocknen Luft mit dem Zeitpunkt der gröfsten Intensität des Land- und Seewindes zusammentreffen, die beiden Maxima hingegen mit dem Umsetzen des einen in den andern. Hier haben wir es also mit einem complicirten Phänomen zu thun, in welchem secundäre Ursachen mächtig in den Gang der primären eingreifen. Dafs diese hier so erheblich werden, möchte sich dadurch erklären, dafs das hinter Bombay sich schnell erhebende Land diese localen Luftströme energischer sich entwickeln läfst, als in Buitenzorg, wo der Land- und Seewind ebenfalls sehr regelmäfsig sich zeigt, ohne die primären Wirkungen zu verdecken. Die schönen Untersuchungen des Colonel Sykes über das Klima von Dukhun haben längst gezeigt, wie schnell am Abhange der Gebirge sich hier alle meteorologischen Verhältnisse ändern, wie bedeutend also der Gegensatz der Luft über dem Lande und über der See ist.

Die Aenderungen der Richtung und Intensität des Windes sind übrigens auch in der gemäfsigten Zone ein Phänomen, welches sich so innig an den Gang der täglichen Wärmeveränderungen anschliefst, dafs eben diefs innige Anschliefsen ein schöner Beweis der Richtigkeit der bei der Erklärung der täglichen Oscillationen des Barometers geltend gemachten Principien ist. Da diese Aenderungen des

Windes noch in Ofen sehr merklich sind, und wie Wenckebach neuerdings gezeigt hat, in Holland vielleicht eben so erheblich hervortreten als in England, wo die registrirenden Anemometer sie zuerst evident herausgestellt haben, so liegt darin eine neue Aufforderung in der Erörterung so verwickelter Phänomene, als das hier betrachtete, durch die Untersuchung einfacher Fälle sich den Weg zu ebenen für die Erläuterung ihrer mannigfachen Complicationen.

Aus den bei der Beobachtung der täglichen Oscillation des Barometers geltend gemachten Gesichtspunkten ergeben sich nun für dieselben folgende Bestimmungen:

1) Die täglichen Barometerveränderungen sind eine Erscheinung des Courant ascendant, und als solche unabhängig von den durch horizontale Luftströmungen bedingten sogenannten unregelmäfsigen Veränderungen des atmosphärischen Druckes. Unter den Tropen, wo diese letzteren unerheblich werden, treten sie daher unmittelbar innerhalb jeder einzelnen täglichen Periode in die Erscheinung, aufserhalb der Wendekreise erst im Mittel einer gröfseren Anzahl solcher Perioden durch Compensation in entgegengesetztem Sinne stattfindender gröfserer unregelmäfsiger Veränderungen. Dafs sie aber von diesen auch in jedem einzelnen Falle unabhängig sind, geht daraus hervor, dafs unter den barometrischen absoluten Extremen der unregelmäfsigen Veränderungen die niedrigsten Stände sich am häufigsten zur Zeit des täglichen Minimums, die höchsten zur Zeit des täglichen Maximums finden.

2) Aufser den von Laplace angedeuteten *dynamischen* Ursachen nämlich:
   a) der directen Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die Atmosphäre,
   b) dem periodischen Steigen und Fallen des Oceans, als der beweglichen Grundlage derselben,
   c) der Anziehung des Meeres, dessen Gestalt veränderlich ist, auf sie,

   welche sämmtlich den physischen Ursachen gegenüber

Gröfsen zweiter Ordnung sind, sind die *physischen* Ursachen *primärer* und *secundärer* Art.

Die *primären* Ursachen sind:

a) Die mit steigender Erwärmung zunehmende thermische Auflockerung der Luft, welche eine Erhöhung der auf das Barometer lastenden Luftsäule, und dadurch ein seitliches Abfliefsen in den höheren Schichten der Atmosphäre hervorruft. Sie befolgt eine 24stündige Periode.

b) Die mit steigender Erwärmung zunehmende Verdampfung der flüssigen Theile der Grundfläche der Atmosphäre. Sie befolgt ebenfalls eine 24stündige Periode, und vermehrt zu derselben Zeit den Gesammtdruck, in welcher die erste Ursache ihn vermindert.

Die *secundären* Ursachen sind:

a) Da in Bewegung begriffene Luft nicht im Moment, wo die bewegende Ursache aufhört, zur Ruhe bestimmt wird, sondern vermöge des Gesetzes der Trägheit diese Bewegung noch eine Zeit lang fortsetzt, bis Widerstand oder andere bewegende Ursachen Ruhe oder eine andere Bewegung erzeugen, so werden die Maxima der Wirkung auf das Barometer im Allgemeinen erst später eintreten als die Extreme der thermischen Ursachen.

b) Das Abfliefsen der Luft in den oberen Schichten eines bestimmten Beobachtungsortes influencirt auf die Nebenstationen durch eine gleichzeitige Vermehrung des Druckes an denselben. Im Allgemeinen strömt die Luft in den unteren Schichten nach der Stelle des täglichen Temperaturmaximums, in den oberen von derselben. Doch stellen sich diese Strömungen natürlich nur als Modificationen der jedesmal gerade herrschenden Richtung dar. Die Intensität der unteren Strömung befolgt eine mit der Zunahme der Temperatur übereinstimmende Periode.

c) Eine auf einem einzelnen Berge, nicht einem Plateau, gelegene Station erhält durch das Aufsteigen unterer Luftschichten eine Vermehrung der über ihrem Barometer befindliche Luftmenge. Hierdurch kann die primäre Wirkung zuletzt vollkommen verdeckt werden, ja eine concave Krümmung der Curve des Druckes in eine convexe verwandelt werden (Buet, St. Bernhard, Rigi, Faulhorn).

3) Je gröfser die tägliche Temperaturveränderung, desto gröfser ist auch die Wirkung derselben auf den gesonderten Druck der Atmosphäre der trocknen Luft; diese nimmt also zu an demselben Ort vom Winter nach dem Sommer hin, und eben so ab vom Aequator nach den Polen. Die Curve dieses Druckes kehrt innerhalb vierundzwanzig Stunden ihre convexe Seite der Abscissenaxe zu, und hat ihr Minimum um die Zeit des täglichen Wärmemaximums. Nur wo alternirende horizontale Luftströme in der täglichen Periode energisch auftreten, kann, wie es in Bombay der Fall ist, diese Curve innerhalb vierundzwanzig Stunden zwei Maxima und zwei Minima erhalten. Aber auch an anderen Orten wird durch solche secundäre Wirkungen seitlicher Einflüsse verhindert werden, dafs der Druck der trocknen Luft zu einer bestimmten Stunde des Tages eine eine einfache Function ihrer Temperatur sey. Diefs wird stets nur annähernd stattfinden.

4) Die Elasticität des Dampfs bildet eine convexe Curve ohne Wendepunkt, wenn hinlänglich Wasser an der Grundfläche vorhanden ist (Apenrade, Plymouth, Greenwich, Brüssel, Toronto), erhält aber bei mehr im Inneren der Continente und fern von grofsen Süfswasserspiegeln gelegenen Stationen zur Zeit der höchsten Tageswärme eine concave Einbiegung (Mühlhausen, Halle, Prag, Ofen). Periodische, innerhalb des Tages eintretende Niederschläge, wie sie in den heifsen Zonen während der Regenzeit oft äufserst regelmäfsig sich zeigen, müssen auf die Gestalt der Curve ebenfalls modifici-

rend einwirken. Abwechslung von Land- und Seewinden steigert die convexe Krümmung der Elasticitätscurve.

5) Durch Combination der Wirkungen beider Atmosphären, wie wir sie am Barometer beobachten, können daher drei Fälle eintreten:
   a) eine vollständige Compensation,
   b) ein Ueberwiegen der Steigerung der Elasticität des Dampfes über die Auflockerung der Luft,
   c) ein Ueberwiegen der letzteren über die erstere.

   Nur der dritte Fall scheint sicher empirisch festgestellt, wenn man die Beobachtungen der Polarexpeditionen nicht etwa dem zweiten zuschreiben will. Aus dem früher Erörterten geht aber unmittelbar hervor, dafs die am Meeresufer eine zwölfstündige Periode befolgenden täglichen Oscillationen des Barometers mit zwei gleich weit abstehenden Maximis und Minimis im Innern der Continente (Sibirien) immer mehr in die Form der Curve des Druckes der trocknen Luft mit einem Maximum und einem Minimum in vierundzwanzig Stunden übergehen. Die täglichen Oscillationen des Barometers, welche am Meere ein Interferenzphänomen sind, werden im Inneren der Continente ein Coïncidenzphänomen. Formeln, welche die Gröfse der täglichen Oscillationen als Function der geographischen Breite darstellen, haben daher nur einen Werth, wenn man Orte des entschiedenen Seeklimas mit einander vergleicht, oder Orte des entschiedenen Continentalklimas.

6) Die Gröfse der täglichen barometrischen Oscillationen ist zunächst eine Function der Gröfse der täglichen thermischen Oscillation, da sie aber auf beide Atmosphären in ungleichem oder gleichem Sinne wirken kann, so können sehr verschiedene Fälle eintreten:
   a) Sie nimmt ab, wenn die Elasticität der Dämpfe sich mehr steigert als die thermische Auflockerung der Luft. Diefs geschieht in Hindostan im Sommer bei dem Eintreten des Südwestmousson (Calcutta, Bombay, Pounah); in Madras hingegen und der ganzen

zen Coromandelküste in den Wendemonaten October und November, wo bei dem Umsetzen des Mousson in die entgegengesetzte Richtung die heftigsten Regen herabstürzen.

b) Sie nimmt zu, wenn die convexe Krümmung der Elasticitätscurve in den heifsesten Tagesstunden eine Einbiegung erhält, wird daher desto erheblicher, je mehr wir uns vom Meere aus in das Innere der Continente hineinbegeben, und an vielen Stellen dieses Uebergangs im Sommer, wo der lebhaftere Courant ascendant mehr Feuchtigkeit nach oben entführt, als von unten ersetzt wird.

c) Sie bleibt unverändert, wenn die convexe Krümmung der Elasticitätscurve sich eben so steigert, als die concave des Druckes der trocknen Luft. Daraus erklärt sich unmittelbar, warum die Gröfse der täglichen Oscillation sich an Orten der gemäfsigten Zone in der jährlichen Periode nicht so stark verändert, als man nach der Aenderung der thermischen Oscillation erwarten sollte. Diese Aenderung der Gröfse ist nämlich für die einzelnen Atmosphären sehr bedeutend, da sie aber für beide in demselben Maafse zunimmt, so bleibt der Unterschied gleich zunehmender Gröfsen nahe derselbe.

Die detaillirten numerischen Belege für die hier ausgerochenen Sätze, welche hier des Raumes wegen wegblein müssen, gründen sich auf Berechnung der dem Verser zugänglichen Beobachtungen der Stationen, an welen gleichzeitig Barometer und Hygrometer beobachtet orden sind. Unberücksichtigt mufsten dabei alle die Beobhtungen bleiben, bei welchen aus Mangel an Hygrometbeobachtungen die Mittel zur Sonderung beider Atmosären nicht vorhanden waren. Solche Beobachtungen könn für hypsometrische Zwecke brauchbar seyn, in Beziehung auf die täglichen Oscillationen haben sie wahrscheinh nur den Zweck zu zeigen, dafs man auf diesem Wege s Problem nicht weiter zu fördern im Stande ist. Diefs

scheint aber bereits so vollständig erwiesen, dafs neue Belege unnöthig erscheinen.

III. *Ueber das Gesetz für die latente Verdampfungswärme; von Hrn. C. C. Person.*

(*Compt. rend., T. XXIII, p.* 524.)

Im J. 1843 hatte ich die Ehre der Academie eine Abhandlung vorzulesen [1]), worin ich anzeigte, dafs die latente Verdampfungswärme gleich sey für Substanzen, die bei gleicher Temperatur sieden, und dafs sie bei den übrigen sich nach den Siedpunkten richte. Ich stützte mich hiebei auf vier Bestimmungen von Dulong und von Hrn. Depretz, so wie auf zehn von mir, die, ohne denselben Werth zu besitzen, mir dennoch hinreichend zum Erweise des Gesetzes zu seyn scheinen. In einer der letzten Sitzungen haben die HH. Favre und Silbermann der Academie neue Bestimmungen überreicht, die im Allgemeinen mit dem obengenannten Gesetz übereinstimmen, wie man aus folgender Tafel ersehen kann, wo ich diese latenten Wärmen auf Atomgewichte, bestehend, wie beim Wasser, aus zwei Volumen, bezogen habe. Die Formeln setzen voraus: O=1, H=0,125 und C=0,75. Die Siedpunkte wurden mir von den HH. Favre und Silbermann mitgetheilt:

Substanzen.	Zusammensetzung.	Siedpunkt.	Latente Wärme. Atomgewicht.	Gewichts-Einheit.
Aether	$C_4 H_5 O$	35°,6 C.	421,3	91,1
Holzgeist	$C H_2 O$	66 ,5	527,7	263,8
Essigäther	$C_4 H_4 O_2$	74 ,0	582,0	105,8
Alkohol	$C_2 H_3 O$	78 ,4	598,8	208,3
Buttersaures Methylen	$C_5 H_5 O_2$	93 ,0?	556,5	87,3
Wasser	$H O$	100	603,0	536,0
Ameisensäure	$C_2 H_2 O_4$	100 ,0	694,0	120,7
Baldrianäther	$C_{10} H_{11} O$	113 ,0	685,0	69,4
Essigsäure	$C_2 H_2 O_2$	120 ,0	382,0	101,9

1) Annalen, Bd. 65, S. 426.

Substanzen.	Zusammensetzung.	Siedpunkt.	Latente Wärme. Atomgewicht.	Gewichts-Einheit.
Baldrianalkohol	$C_5 H_6 O$	132°,0 C.	606,8	121,4
Terpenthinöl	$C_{20} H_{16}$	156 ,0	584,0	68,7
Tereben	$C_{20} H_{16}$	156 ,0	571,0	67,2
Citronenöl	$C_{20} H_{16}$	165 ,0	595,0	70,0
Buttersäure	$C_4 H_4 O_2$	164 ,0	632,0	114,9
Baldriansäure	$C_5 H_5 O_2$	175 ,0	660,0	103,5
Kohlenwasserstoff	$C_{12} H_{12}$	198 ,0	629,0	59,9
Kohlenwasserstoff	$C_{15} H_{15}$	255 ,0	783,0	59,7
Aethalalkohol	$C_{16} H_{17} O$	360 ,0 ?	884,0	58,4

Bei Durchsicht dieser Tafel wird man finden, dafs die latente Wärme im Allgemeinen zunimmt, so wie der Siedpunkt steigt; indefs giebt es Ausnahmen davon, die einer Erklärung bedürfen. Die gröfste bemerkt man bei der Essigsäure. Sie erklärt sich leicht durch die von den HH. Cahours und Bineau gefundenen Resultate über die Dichte des Dampfes dieser Säure [1]), die beim Siedpunkte eine solche ist, dafs das ganze Atomgewicht 7,5, statt 4 Volumen zu entsprechen, nicht einmal 3 entspricht. Nimmt man an, es entspreche 2,5 Volumen, so müfste man $\frac{4}{5}$ des Atomgewichts, d. h. 6, nehmen, um das zwei Volumen entsprechende Gewicht zu haben, und dann würde man 611 für die latente Wärme erhalten, wodurch die Anomalie verschwände.

Im geringeren Grade ist ohne Zweifel dieselbe Berichtigung auf andere Substanzen anwendbar. So scheint für die Buttersäure, die bei 164° C. kocht, die latente Wärme 632 etwas zu klein zu seyn; allein die Dichte ihres Dampfs ist auch gröfser gefunden, als es die Rechnung angiebt. Das buttersaure Methylen bietet eine Abweichung in demselben Sinne dar, so dafs die Analogie erlaubt, sie derselben Ursache zuzuschreiben. Auch ist zu bemerken, dafs die Menge, die ich von dieser Substanz besafs, so gering war, dafs über ihren Siedpunkt einige Unsicherheit blieb.

Bei der Ameisensäure erklärt sich der Ueberschufs natürlich durch eine geringe Menge Wasser, welches die HH.

1) Annalen, Bd. 63, S. 593 und 596; Bd. 65, S. 420.

Favre und Silbermann darin fanden. Bei gleichem Gewichte ist die latente Wärme dieser Säure nur ein Viertel von der des Wassers, so dafs drei Procent Wasser hinreichen würden, den beobachteten Ueberschufs zu erklären. Indefs fragt sich, ob nicht die Ameisensäure einige Unregelmäfsigkeit in der Dichte ihres Dampfes darbiete.

Das Terpenthinöl zeigt eine bedeutende Anomalie, die indefs verschwindet, wenn man für die latente Wärme bei der Gewichts-Einheit die von Hrn. Despretz gefundene Zahl 76,8 annimmt. Wahrscheinlich ist dieselbe Berichtigungsweise für die beiden andern isomeren Substanzen gültig.

Kurz, die wichtigsten Anomalien lassen sich erklären, und daraus darf man schliefsen, dafs bei den in obiger Tafel enthaltenen Substanzen die latente Verdampfungswärme die Ordnung der Siedpunkte befolge. Diefs will sagen, die Wärme, welche erfordert wird, um diese Substanzen unter gleichem Druck zu verdampfen, ist gleich, wenn das erzeugte Volum gleich ist, und sie ist kleiner oder gröfser, je nachdem das erzeugte Volum kleiner oder gröfser ist.

IV. *Lösung eines Problems über das Schmelzen der Legirungen; von C. C. Person.*

(*Compt. rend. T. XXIII, p.* 626.)

Die Bestimmung der zum Schmelzen einer Legirung nöthigen Wärme aus der, welche einer ihrer Bestandtheile erfordert, ist ein Problem, welches man beim gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft noch nicht zu lösen versteht, welches man aber leicht löst mittelst der Principien, die ich die Ehre hatte der Academie in einer früheren Abhandlung auseinanderzusetzen [1]). Ich will daher als eine Bestätigung dieser Principien hier diese Lösung geben.

1) S. 302 dieses Bandes d. Annalen.

Als Beispiel will ich zunächst die d'Arcet'sche leichtflüssige Legirung nehmen. Ich verstehe darunter diejenige, welche d'Arcet i. J. 1775 beschrieb, und welche sich durch eine merkwürdige Stabilität von mehren anderen leichtflüssigen Legirungen unterscheidet, die oft unter demselben Namen mit ihr verwechselt sind. D'Arcet setzte sie aus 8 Th. Wismuth, 5 Th. Blei und 3 Th. Zinn zusammen, was mit einer auffallenden Genauigkeit 3 Atomen Wismuth, 2 At. Blei und 2 At. Zinn, also $Bi_3 Pb_2 Sn_2$ entspricht, so dafs d'Arcet zu einer Zeit auf atomistische Verhältnisse verfiel, wo man diese noch nicht kannte.

Viele Legirungen, obwohl nach atomistischen Verhältnissen gebildet, zersetzen sich, wenigstens theilweise, während sie erstarren. Das ist besonders der Fall bei der aus 2 At. Wismuth, 1 At. Blei und 2 At. Zinn oder $Bi_2 Pb Sn_2$ gebildeten, welche, wie die wahrhafte Legirung d'Arcet's, in siedendem Wasser schmilzt. Die Zersetzung verräth sich im Allgemeinen dadurch, dafs ein in die flüssige Legirung getauchtes Thermometer seinen Gang so verlangsamt, dafs man wohl sieht, es finde hier eine Wärmeentwicklung durch partielle Erstarrung statt. Bisweilen geschieht, wie Rudberg gezeigt hat [1]), die Zersetzung so scharf, dafs man während der Erstarrung zwei feste Punkte unterscheidet, und das ist gerade der Fall bei der falschen Legirung d'Arcet's, deren ich eben erwähnte. Was die wahre betrifft, so bleibt sie während ihrer Erstarrung stabil und besitzt bei 96° C. einen recht festen Erstarrungspunkt. Uebrigens kann man die stabilen Legirungen ohne Thermometer erkennen. Sie bleiben nämlich, wie die reinen Metalle, bis zu ihrem Erstarrungspunkt vollkommen flüssig; die Kruste, welche sich an den Wänden des Tiegels bildet, ist hart, krystallisirt nett und läfst sich mit dem Rest nicht zu einem Teige vermengen. Die Legirungen dagegen, die sich zersetzen, nehmen, ehe sie hart werden, eine teigige Consistenz an, was andererseits seinen Vortheil haben kann, wie man diefs an dem Bleigiefserloth sieht, welches inner-

1) Annalen, Bd. 18, S. 240.

halb eines Intervalls von 76 Graden so teigig bleibt, dafs man es nach Art des Gypses (*plâtre*) anwenden kann.

Bei den Legirungen, die sich beim Erstarren zersetzen, hält es begreiflich schwer genau zu wissen, was die Schmelzwärme sey. Ich habe daher mit stabilen Legirungen gearbeitet, und zunächst mit der eben erwähnten d'Arcet'schen. Nachdem ich gefunden, dafs man 14,3 Wärmeeinheiten (*calorie*) zum Schmelzen von 1 Grm. Zinn gebraucht, 12,4 zu dem von 1 Grm. Wismuth und 5,15 zu dem von 1 Grm. Blei, fragte ich mich, wie viel man zum Schmelzen von 1 Grm. der Legirung gebrauchen werde. Macht man die Rechnung nach der allgemein angenommenen Idee, dafs die latente Wärme eine constante Gröfse sey, so findet man 10,4 Wärmeeinheiten. Wenn man aber den Versuch anstellt, so findet man nur 6. Dieser ungeheure Unterschied läfst sich unmöglich Beobachtungsfehlern zuschreiben, wenn man mit 400 oder 500 Grammen arbeitet. Im Gegentheil stimmt das Finden einer zu kleinen Gröfse sehr gut mit dem in meiner Abhandlung ausgesprochenen Grundsatz, dafs der Wärmeverbrauch zum Schmelzen eines Körpers variire mit der Temperatur, bei welcher das Schmelzen geschieht, so dafs dieser Verbrauch kleiner ist, wenn der Körper bei einer niedrigeren Temperatur schmilzt. Deshalb schmelzen Zinn, Wismuth und Blei bei 96° statt bei 235°, 270° und 332. Nimmt man jenen Grundsatz an, so hat es nichts Auffallendes, dafs 6 Wärmeeinheiten statt 10,4 ausreichen, nimmt man ihn aber nicht an, wie will man diesen kleineren Wärmeverbrauch erklären? Ich sehe kein anderes Mittel als einen gegenseitigen Einfluſs der Metalle zu Hülfe zu nehmen, Molecularattractionen, die ohne Zweifel einen Antheil an dem Phänomen haben, aber da sie nicht meſsbar sind, nur eine vage Erklärung liefern. Dagegen gelangt man zu einer scharfen und numerischen Erklärung, wenn man von dem oben genannten Grundsatz ausgeht, denn dieser sagt nicht nur, dafs der Wärmeverbrauch um so geringer sey als das Schmelzen bei einer niedrigeren Temperatur geschieht, sondern läfst diesen Ver-

brauch auch numerisch bestimmen. Freilich ist die Formel $(160+t)\delta=l$, welche dieser Verbrauch liefert, bisher nur an nicht-metallischen Substanzen, wie Wasser, Schwefel, Phosphor, Salze, bewährt; allein aus der Probe, welcher wir sie unterwerfen werden, geht hervor, dafs sie auch für Metalle gültig ist.

In dieser Formel ist t die Temperatur, bei welcher das Schmelzen geschieht, z. B. 332° für das Blei, wenn es allein schmilzt; sie beträgt nur 96°, wenn es in der d'Arcet'schen Legirung schmilzt; l ist der zum Schmelzen erforderliche Wärmeverbrauch, eine mit t veränderliche Zahl von Wärmeeinheiten; endlich ist δ der Unterschied $C-c$ der specifischen Wärmen im flüssigen und starren Zustand. Es handelt sich hier, wie ich gezeigt habe, um den flüssigen Zustand im Fall der Ueberschmelzung, was für die Metalle bewirkt, dafs man C nicht durch einen directen Versuch haben kann. Allein die Formel selber giebt diesen Werth oder einfacher den von δ, wenn man darin zwei zusammengehörige Werthe von t und l setzt. Für das Zinn z. B. hat man $t=235$ und $l=14{,}3$, woraus $\delta=0{,}0362$. Aus diesem Werth von δ ist leicht, die zum Schmelzen des Zinns bei irgend einer Temperatur, z. B. bei 96°, erforderliche Wärmemenge zu berechnen, und man findet somit 9,3 Wärmeeinheiten. Durch dieselbe Rechnung findet man für das Wismuth 7,382 und für das Blei 2,7. Jetzt hat man nur noch diese drei Zahlen proportional der Menge eines jeden Metalls in der Legirung zunehmen. Dadurch erhält man etwas weniger als 6,3 Wärmeeinheiten, was mit dem Versuch, der 6 giebt, auffallend übereinstimmt. Der Unterschied von 0,3 ist klein genug, um ihn Beobachtungsfehlern zuzuschreiben, wenn man erwägt, wie viele Data in die Aufgabe eintreten; überdiefs ist möglich, dafs der gegenseitige Einflufs der Metalle das durch die Formel $(160+t)\delta=l$ ausgedrückte Gesetz etwas abändere.

Eine ähnliche Prüfung habe ich für die Legirung $PbSn_2Bi$ vorgenommen; sie schmilzt bei 145°, und ihre specifische Wärme im starren Zustande ist von Hrn. Regnault be-

stimmt worden. Für die latente Wärme giebt die Rechnung 7,85 Einheiten und der Versuch 7,63, so dafs der Unterschied also nur 0,2 Wärmeeinheiten beträgt; diefs ist nur $\frac{1}{30}$ der zu messenden Gröfse.

Diese Legirung ist nicht so stabil bei verschiedenen Temperaturen, wie d'Arcet's Legirung; sie hat keinen so scharfen Erstarrungspunkt wie letztere. Ich beschäftige mich mit Untersuchung der wahrhaft stabilen Legirungen, um diese Prüfungen zu erweitern. Das Verfahren der Untersuchung ist ganz einfach. Das Bleigiefserloth z. B., bestehend aus 1 At. Zinn und 1 At. Blei, zeigt statt eines Erstarrungspunktes eine lange Erstarrungslinie, d. h. die Erstarrung geschieht, statt bei einer bestimmten Temperatur, innerhalb eines sehr grofsen Temperatur-Intervalls. Füge ich ein Atom Zinn hinzu, so zieht sich dieses Intervall zusammen, füge ich noch eins hinzu, so reducirt sich das Intervall beinahe auf einen Punkt, nämlich 183°,7. Ich habe sonach $PbSn_3$, welches ich als stabil betrachte. Das Verfahren läuft also darauf hinaus, dafs man, geleitet durch den Gang des Thermometers bei der Erstarrung, gewisse Mengen in atomistischen Verhältnissen hinzusetze.

Kurz man sieht, dafs es möglich ist, die zum Schmelzen einer Legirung nöthige Wärme zu bestimmen, wenn man die für jeden der Bestandtheile erforderliche kennt. Die Lösung dieser Aufgabe bestätigt natürlich die Folgerungen, die ich aus meinen Versuchen über die Schmelzung gezogen habe, namentlich das durch die Formel $(160+t)\delta=l$ ausgedrückte Gesetz.

V. *Versuch einer Erklärung der Büschel, die mit bloſsem Auge im polarisirten Lichte sichtbar sind;* von Hrn. *J. T. Silbermann.*

Assistenten von Hrn. Pouillet.

(*Compt. rend.*, *T. XXIII*, *p.* 629.)

Die meisten Physiker sahen oder kennen schon die gelben Büschel, welche das polarisirte Licht dem bloſsen Auge zeigt. Dieſs Phänomen ist vor einiger Zeit von Hrn. Haidinger in Poggendorff's Annalen beschrieben worden [1]), wo Derselbe, nach Anführung der berühmten Physiker, die auf dem Felde der Lichtpolarisation eine so reiche Ernte gethan haben, hinzufügt: »Hin und wieder bleibt wohl noch eine kleine Aehrenlese, und als Beitrag zu solcher dürfte ein directes Erkennen des polarisirten Lichts mit bloſsem Auge, ohne ein Instrument oder irgend ein Werkzeug zu Hülfe zu nehmen, nicht uninteressant seyn.« Hr. Haidinger hat das Phänomen hinsichtlich seiner Anwendung auf Krystallographie sehr ausführlich behandelt, scheint aber, was seinen Ursprung betrifft, dasselbe noch nicht genugsam analysirt zu haben.

Ich werde versuchen hier eine solche Analyse zu geben, und dem Urtheile der Physiker und Physiologen der Academie zu unterwerfen. Zunächst will ich auseinandersetzen, worin das Phänomen besteht, und wie man es am leichtesten beobachtet.

Betrachtet man den Himmel oder weiſse Wolken, oder irgend ein weiſses oder blaſs violettes, nicht zu stark beleuchtetes Feld und bringt rasch ein Nicol'sches Prisma vor das Auge, so gewahrt man dadurch ein eigenthümliches Phänomen an eben dem Ort, wo der Gesichtsstrahl endet, ohne übrigens zu suchen oder das Auge anzustrengen.

Dreht man nun das Prisma, während man immer hin-

1) Bd. 63, S. 29; Bd. 67, S. 435; Bd. 68, S. 73 und 305. *P.*

durchsieht, rasch um etwa 90° um seine Axe, so wird man mit Erstaunen wahrnehmen, dafs das Phänomen sich auch dreht, um eben so viel als man das Prisma gedreht hat, so dafs es immer die Richtung der grofsen Diagonale von der dem Auge zugewandten Fläche des Prismas behält.

Was man sieht besteht aus zwei sehr blafsgelben Flecken, die beim ersten Male gewöhnlich sehr schwer wahrzunehmen sind, und die, einmal gesehen, fast vollständig verschwinden, wenn man sie zu lange betrachten will, die man aber nach einer plötzlichen Bewegung sogleich wieder erblickt, sey es, dafs man das Auge aufs Neue vor das Prisma bringt, oder dafs man dieses, wie eben gesagt, um seine Axe dreht.

Diese beiden Flecke liegen in Richtung der grofsen Diagonale, haben zwischen ihren äufsersten Rändern einen Winkel von 5° bis 5°,5 und zwischen sich von ungefähr 1°,5. Näher betrachtet scheinen sie blofs durch eine Art von Zusammenschnürung getrennt, hervorgebracht durch die gegenüberstehenden Stücke des Feldes, das sein ursprüngliches Ansehen behalten hat, und sie besitzen die Gestalt zweier Büschel, deren verwaschene Ränder gerade dort, wo der Gesichtsstrahl endet, und wo zugleich der mittlere Punkt zwischen beiden Flecken ist, fast den Zusammenhang verlieren. Von dieser Gestalt hat das Phänomen den Namen *Büschel* (*houppes*, *verges*, *aigrettes*) erhalten.

Bekanntlich fängt das Nicol'sche Prisma die ordentlichen Strahlen auf, und läfst nur die aufserordentlichen hindurch, und die Polarisationsebene dieser letzteren Strahlen liegt in der grofsen Diagonale vom Querschnitt des Prismas. Dieſs Zusammenfallen der Richtung der Flecken mit der Polarisationsebene ist für Hrn. Haidinger ein Mittel gewesen, die Richtung der Polarisationsebene irgend eines polarisirten Lichts unmittelbar zu erkennen, mag nun dieses Licht von einem Nicol'schen Prisma, von einem schwarzen Spiegel, von einem doppeltbrechenden Prisma (welches die Erscheinung in jedem Bilde giebt, aber winkelrecht auf einander, wie das seyn mufs, da die Polarisationsebenen der

ordentlichen und aufserordentlichen Strahlen sich rechtwinklich kreuzen), oder endlich von einem Turmalin, oder dem polarisirten blauen Himmel herkommen.

Man begreift, wie nützlich diese Beobachtung beim Studium der Krystalle seyn könne, auf welches Hr. Haidinger sie insbesondere angewandt hat. Ein aufmerksames und geübtes Auge sieht selbst quer gegen die vorige Richtung der Büschel, d. h. in der Polarisationsebene des ordentlichen Strahls, und mit dem früheren Phänomen von demselben Mittelpunkt ausgehend eine schwache blauviolette Farbe complementar zu dem Gelb der Flecke. Diese complementare Farbe hat gleiche Gestalt wie die gelben Flecke, ist aber sehr schwer zu sehen.

Diese verschiedenen Erscheinungen liefsen mich vermuthen, dafs das Ganze sich durch die Methode nachahmen lassen werde, deren man sich für gewöhnlich zum Beobachten der Farben bei Krystallen in den Polarisationsapparaten bedient. Die Methode besteht bekanntlich darin, dafs man den zu prüfenden Krystall zwischen zwei polarisirende Apparate bringt, also z. B. zwischen zwei Nicol'sche Prismen. Ist der Krystall z. B. eine Kugel von gekühltem Glase und sind die Polarisationsebenen beider Prismen einander parallel (der Fall der Nicht-Auslöschung des Lichts), so sieht man gleichfalls in der Mitte eine gelbe Farbe, denn bekanntlich fangen alle diese Färbungen mit einem Strohgelb an. Dreht man das Ocularprisma um 90°, so wird diese Farbe durch Violett, ihre complementare, ersetzt.

Bekanntlich giebt es fein geaderte oder gestreifte Agate, die das Licht ziemlich gut polarisiren. Ersetzt man das Ocularprisma durch einen solchen Agat, so sieht man im Allgemeinen nichts am Phänomen geändert, ausgenommen, dafs die Polarisationsebene des Agats den Streifen parallel ist.

Fänden wir, statt dieses parallel gestreiften Agats, einen, dessen Streifen, statt parallel zu seyn, von einer centralen Axe aus ringsum fortgingen, und bedienten wir uns

desselben wie des vorhergehenden, so würden wir das Phänomen der Haidinger'schen Lichtbüschel sehen, nur vermuthlich intensiver.

Es scheint also, als ersetze unser Auge zugleich das gekühlte Glas und den strahlenförmig gestreiften Agat.

Ich war sehr begierig zu sehen, ob diese Ansicht gegründet sey, ob wir in der That in unserem Organ einen durchsichtigen Körper finden können, der, wie das gekühlte Glas, die Eigenschaft des Doppelbrechens besitze. Allein die Krystalllinse genügt vollständig dieser Bedingung, denn nach den entscheidenden Versuchen des Hrn. Brewster mit Krystalllinsen von Thieren erzeugt sie chromatische Polarisation wie unser gekühltes Glas.

Ich habe diese polarisirende Wirkung der Krystalllinse durch den Versuch bestätigt. Es leidet also keinen Zweifel, dafs der Effect der Linse das gekühlte Glas im vorhergehenden Versuch ersetzt. Allein, wie ist im Auge ein Instrument zu finden, welches das ihm durch die Krystalllinse modificirt zukommende polarisirte Licht analysirt? oder wie ist der von dem Versuch mit dem Agat geforderte eigenthümlich gestaltete Polarisator nachzuweisen, welcher der Bedingung genügt, auf alle von der ursprünglichen Polarisationsebene annehmbare Azimuthe anwendbar zu seyn, und zugleich ein Intervall ohne Wirkung übrig zu lassen, was zur Erzeugung zweier getrennten Büschel nöthig ist, während das gekühlte Glas und der Agat nur einen und denselben Fleck von analogem Gelb gäben.

Man wird schon errathen, dafs meine Voraussetzung die seyn müsse: es befinde sich im Auge hinter der Krystalllinse ein Gewebe, gebildet aus strahlenförmig, nach allen Richtungen von der Axe fortlaufenden Fasern, oder eins, dessen Totaleffect ein solcher, und dem des angenommenen Agats mit divergirenden Lamellen oder Fibern analog sey.

Um diese Voraussetzung zu bewähren, konnte ich mich an Keinen besser wenden, als an den geschickten Physiologen Hrn. Papenheim, welcher sich speciell mit der Ana-

tomie und der mikroskopischen Untersuchung der verschiedenen Theile des Auges beschäftigt.

Hr. Papenheim zeigte mir an Krystalllinsen von Thieren verschiedener Klassen, dafs diese strahlenförmig faserige Structur von der Natur auf die entschiedenste Weise verwirklicht sey, und dafs sie der Krystalllinse selbst in deren ganzen Tiefe angehöre, ohne sie in der Hyaloïd-Kapsel zu suchen, welche sie einhüllt und von filzigem Gewebe ist. Der hintere Theil der Krystalllinse dient demnach als Analysirer für den vorderen, oder vielmehr das polarisirte Licht wird durch die ganze Dicke der Krystalllinse zugleich modificirt und analysirt.

Ueberdiefs zeigte er mir, dafs die Krystalllinse nicht nur ein von der Nachbarschaft der Axe nach allen Richtungen divergirendes faseriges Netz darbietet, sondern dafs sich in der Glasfeuchtigkeit, welche die Kammer zwischen der Krystalllinse und der Retina ausfüllt, membranöse concentrische Schichten befinden, welche im frischen Zustande sichtbar sind, und sich nach Art faseriger Membranen zerreifsen lassen, Wände bildend, die, wie er vermuthet, diese Kammer in verschiedenen Richtungen durchziehen, um sie in Art von spindelförmigen Räumen abzutheilen. Auch nach dieser Betrachtungsweise würde die allgemeine oder resultirende Anordnung der faserigen Scheidewände eine Masse seyn, deren Projection die Form von strahlenförmigen Netzen darböte. Hr. Papenheim, lebhaft interessirt für diese eigenthümliche Organisation der Glasfeuchtigkeit, die vielleicht vom optischen Experiment gefordert würde, falls die Krystalllinse allein das von ihm modificirte Licht nicht hinreichend analysiren könnte, hat sich vorgenommen, in Betreff dieser Structur neue Untersuchungen zu machen.

Wie dem auch sey, ich glaube bewiesen zu haben, dafs das Auge für sich hinreicht, einen Apparat zu constituiren, der das Licht erst zu polarisiren und dann zu analysiren vermag. Denn aufser der Krystalllinse kann hier die durchsichtige Hornhaut, wie alle organische Gewebe, die Rolle einer doppeltbrechenden Substanz spielen. Ich habe dieſs

an der Cornea des Ochsen bestätigt gefunden; sie gab mir polarisirtes Licht von sehr merklichen Farben, die der der Lichtbüschel analog waren.

Die polarisirende und analysirende Eigenschaft der dünnen Platten des parallel faserigen oder blättrigen Agats ist durch Hrn. Brewster und durch Alle, die sich mit der Optik beschäftigten, aufser Zweifel gesetzt worden. Herr Babinet hat, glaube ich, zuerst auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dafs die Polarisationsebene des durchgelassenen Lichts parallel ist der Richtung der Fasern, übereinstimmend mit dem Resultat seiner Untersuchungen über die Wirkung der faserigen Mittel auf das natürliche Licht.

Ich betrachte demnach die strahligen Fasern der Krystalllinse als einen natürlichen Analysirer in allen möglichen Richtungen. Der Anblick der Figuren, welche in dem grofsen Werke von Thomas Young die organische Structur der Krystalllinse darstellen und Hr. Babinet die Güte hatte mir zu zeigen, hat mich in meiner Betrachtungsweise vollends bestärkt. Allein das Bemerkenswertheste in meiner Erklärung ist, dafs der Mittelpunkt der strahligen Fasern der Krystalllinse nicht auf das polarisirte Licht wirken mufs. Erst in einem gewissen Abstand diefs- und jenseits dieses Punkts äufsert sich die Wirkung des strahligen Gefüges, und diefs erklärt den doppelten Farbenraum, den doppelten Büschel, welchen ein Agat oder ein parallel faseriges Gewebe immer einfach hervorbringen würde, und nicht unterschiedlos in allen Richtungen, wie es das Auge zufolge meiner Erklärung thut.

Aus Vorstehendem glaube ich kann man folgern:

1) Dafs die durchsichtige Hornhaut und der vordere Theil der Krystalllinse, wie deren ganze Masse, eine doppeltbrechende Structur besitzen und die gewöhnlichen Farben der chromatischen Polarisation zu geben fähig sind.

2) Dafs die strahlig-faserige Structur der Krystalllinse uns einen Analysirer darbietet, der seine Wirkung in allen möglichen Richtungen ausüben mufs, und dabei in der Mitte einen neutralen Raum übrig läfst, wo das Licht des Feldes nicht polarisirt wird, und folglich farblos bleibt.

3) Dafs möglicherweise die gleichfalls strahlige, zellige und faserige Structur der Glasfeuchtigkeit eben so wirke, wie die Structur der Krystalllinse.

4) Dafs bei Annahme dieser Hypothese begreiflich wird, wie nothwendig, wenn das Auge auf ein hinreichend polarisirtes Feld gerichtet wird, zwei farbige Büschel erscheinen müssen, mit complementaren Farben in rechtwinklichen Richtungen, und wie diefs Phänomen sich gleich bleiben mufs, in welches Azimuth man auch die Polarisationsebene drehe.

5) Endlich, dafs es auch keine Schwierigkeit mehr habe, den merkwürdigen Umstand zu erklären, dafs nicht alle Augen gleich fähig sind, das Haidinger'sche Phänomen zu sehen, oder, wenn man will, hervorzubringen.

VI. *Ueber eine Abänderung des Phänomens der Haidinger'schen Farbenbüschel; von Dr. Botzenhart in Wien.*

(Aus einem Briefe an Hrn. Arago. — *Compt. rend., T. XXIV, p.* 43.)

Hält man eine dichroskopische Lupe [1]) dergestalt, dafs die beiden Bilder über einander erscheinen, betrachtet so ein weifses Papier, und fixirt während einiger Augenblicke und ausschliefslich bald das eine, bald das andere Bild, so erblickt man, nach einigem Wechsel, die Haidinger'schen Büschel sehr gut.

Ich will nun zu der Abänderung dieses Phänomens übergehen. Bringt man zwischen das Auge und die dichroskopische Lupe eine winkelrecht gegen die Axe geschnittene Quarzplatte und betrachtet wie eben gesagt, so sieht man:

1) Eine Ablenkung in der Richtung der Büschel, eine mehr oder weniger grofse, nach der Linken oder Rechten, je nach der Dicke der Platte und je nachdem der Quarz

1) Annalen, Bd. 65, S. 4.

die Polarisationsebene nach der Linken oder Rechten dreht. Von dieser Ablenkung kann man sich überzeugen, wenn man abwechselnd die Quarzplatte schnell fortnimmt und wieder hinstellt. Nimmt man zwei Quarzplatten von gleicher Dicke, aber eine rechts- und eine linksdrehende, und bringt beide zwischen Auge und Lupe, so behalten die Büschel die Richtung, welche sie ohne Platten hatten.

2) Aufser den gelben und violetten Büscheln sieht man auch, wenn man sich einer dünnen Platte bedient, *rothe* und *grüne* Büschel, kann also gleichzeitig Büschel von vier verschiedenen Farben erblicken. Die Büschel von gleicher Farbe liegen in den beiden Bildern der Oeffnung senkrecht über einander. Es giebt Platten, welche nur die rothen und grünen Büschel zeigen, andere, welche nur gelbe und violette darbieten, und noch andere, welche zugleich gelbe, violette, rothe und grüne sehen lassen. Alles dieses hängt von der Dicke der Platten ab.

Die Erklärung dieses Phänomens beruht, glaube ich, auf der Eigenschaft des Quarzes, die Polarisationsebene des geradlinig polarisirten Lichts zu drehen; und da der Ablenkungswinkel verschieden ist nach der Farbe des Strahls, so leuchtet ein, dafs die verschiedenfarbigen Strahlen nach ihrem Durchgang durch die Platte in verschiedenen Ebenen polarisirt sind; und da wir sie getrennt wahrzunehmen vermögen, so mufs man, glaube ich, unserem Auge eine bisher unbekannte Eigenschaft zuschreiben, nämlich die, die Richtung der Aetherschwingungen gewissermafsen sehen zu können, eine Eigenschaft, die für die Physik des Auges nicht weniger interessant ist als die, die relative Menge der Schwingungen oder, anders gesagt, die Farben empfinden zu können.

VII. *Ueber die Abänderungen des Phänomens der Haidinger'schen Farbenbüschel; von Hrn. J. T. Silbermann.*

(*Compt. rend., T. XXIV, p.* 114.)

Hr. Haidinger glaubt, die Richtung der gelben Büschel zeige die der Vibrationsbewegung des Lichtes an. Hr. Moigno ist entgegengesetzter Ansicht. Ich habe in meiner ersten Note (S. 396 dieses Hefts) gezeigt, dafs es ein Element giebt, auf welches man sich zuvörderst beziehen mufs, nämlich das des strahlig oder radial gestreiften Analysirers. Diefs Element ist die parallele Streifung, deren polarisirende Eigenschaft Hr. Babinet nachgewiesen hat. Das Licht durchdringt die Streifen, wenn sie der Polarisationsebene parallel sind; diefs beweisen die sichtbar gestreiften Agate.

Die Coïncidenz des Gelbs mit dem Maximum der Intensität des Spectrums und das des Violetts mit dem Minimum scheint Hrn. Moigno eine andere Erklärung des Phänomens zu geben als die meinige. Ich bemerke, in Betreff des Maximums und Minimums, dafs das Roth auch ein Minimum des Spectrums ist, und dafs mir das Violett hier nicht ein Minimum, sondern die complementare Farbe des Gelbs zu seyn scheint. So wie dieses, so stimmen auch alle bisher angestellten Versuche mit meiner Voraussetzung, die, wie gesagt, darin besteht, dafs die Krystalllinse ein Analysirer von zwar eigenthümlicher, aber bestimmter Gestalt ist, dafs die inneren transversalen Membranen vermöge ihrer Structur das Phänomen unterstützen können, und dafs die durchsichtige Hornhaut eine dazwischengestellte doppeltbrechende Platte ist.

So läfst sich auch das von Hrn. Botzenhart beobachtete Phänomen auf dieselbe Erklärung anwenden. Derselbe hat beobachtet, dafs senkrecht gegen die Axe ge-

schnittene Quarzplatten die Büschel ablenken, wie sie die Polarisationsebene drehen: das ist ein und dasselbe Phänomen.

Bedient man sich Haidinger's dichroskopischer Lupe, und schaltet zwischen diese und das Auge eine dünne, parallel der Axe geschnittene Platte ein, so kann man Alles voraussagen. Wenn ihre Axe 45° gegen die gekreuzten Ebenen der einfallenden Polarisation neigt, wirkt sie entweder nicht oder zerstört die Büschel; und wenn sie parallel oder winkelrecht zu diesen Ebenen ist, überdecken ihre Farben die der Büschel bei gewissen Krystallen, oder bringen in deren Ansehen keine Veränderung hervor, denn diese Phänomene sind etwas schwach, um sie recht deutlich wahrzunehmen. Man kann auch voraussagen, was Personen, die am Staar operirt sind, sehen werden.

1) Die durch Herausziehen der Linse Operirten werden Büschel sehen wie gewöhnlich, wenn die in der Glasfeuchtigkeit vorhandenen gestreiften Membranen noch stark genug polarisiren.

2) Die durch Niederdrücken der Krystalllinse Operirten werden, wenn diese Linse in der optischen Axe noch Licht hindurchläfst, ungeachtet des Effects der vorhergehenden Membranen, einen gelben Fleck sehen, falls die Polarisationsebene den Streifen der Linse parallel liegt, oder einen violetten Fleck, falls sie winkelrecht darauf liegt.

Es wird, glaube ich, von hohem Interesse für die Physiologie und Pathologie seyn, diefs Phänomen unter verschiedenen Zuständen des Auges zu studiren, sowohl bei Menschen als vergleichend bei Thieren verschiedener Klassen [1]).

Dieses so flüchtige Phänomen zeigt an Stärke und Dauer merkwürdige Eigenthümlichkeiten. Beginnt man die Büschel z. B. durch ein Nicol'sches Prisma zu betrachten, so verschwinden sie nach sechs bis acht Secunden; dreht man dann plötzlich das Prisma um etwa 90°, so sieht man sie besser in ihrer neuen Lage, aber nur auf vier bis fünf Secunden;

1) Wie bei Thieren? ist nicht recht abzusehen. *P.*

nach einer zweiten Drehung von 90° sieht man sie noch besser und wieder in alter Lage, aber während einer noch kürzeren Zeit, zwei oder drei Secunden. Fernere Drehungen ermüden endlich das Auge und löschen das Phänomen immer mehr aus. Hier zeigt sich, dafs der Vorgang im Auge aus zwei verschiedenen Operationen besteht, die zu analysiren interessant wäre im Vergleich zu den Phänomen des Contrastes, dessen Intensität bisweilen fast dieselbe ist.

Bisher scheint mir nichts der Hypothese zu widersprechen, die ich, gestützt auf bekannte Thatsachen, über die polarisirenden Eigenschaften des Auges aufgestellt habe.

VIII. *Ueber die Farbenringe beim Durchsehen durch gewisse farbige Flüssigkeiten; von A. Löwe.*

(Mitgetheilt aus den Berichten von den Versammlungen der Freunde der Naturwissenschaften in Wien.)

Hr. Bergrath Haidinger gab Nachricht von einer *optischen Beobachtung* des K. K. Hrn. General-Münzprobirers A. Löwe. Er bemerkte dabei, dafs neue Modificationen von Erscheinungen, selbst wenn sie sich unmittelbar an Bekanntes anschliefsen, oft einen eigenthümlichen sonderbaren Charakter an sich tragen, der ihre wahre Natur problematisch erscheinen läfst, und eben dahin gehören die *farbigen Ringe*, welche man *beim Durchsehen durch* gewisse farbige, aber ganz klare *Flüssigkeiten* wahrnimmt.

Hr. General-Münzprobirer Löwe theilte vor wenigen Tagen die Beobachtung mit, dafs man beim Hindurchsehen durch eine in einer cylindrischen Glasflasche aufbewahrte Lösung von Chromchlorid in Wasser, auf grünem Grunde violette Ringe erblickt, man mag das Auge in der Richtung des Durchmessers der Flasche, oder in einer andern beliebigen Richtung halten, wenn man nur noch das Grün der Auflösung vor sich sieht, das dem Violet zur Grundlage

dient. Man kann die Gröfse der Ringe etwa mit der Iris des Auges vergleichen, der innere Raum erinnert an die Pupille, doch scheint der Durchmesser meistens etwa den dritten Theil des Durchmessers des Ringes auszumachen.

Es ist übrigens für die Lebhaftigkeit der Beobachtung gänzlich gleichgültig, ob man die Flasche mit der Auflösung unmittelbar vor das Auge hält, oder ob man sie in die Entfernung des deutlichsten Sehens bringt. Zwischen zwei parallelen Seiten einer breiten vierseitigen Flasche zeigten sich die Ringe gleichfalls sehr deutlich. Nun wurden auch andere Flüssigkeiten untersucht, und zwar zuerst solche, die, wie das Chromchlorid bei gröfserer Verdünnung grün, mehr concentrirt roth erscheinen, wie der Chrom-Alaun, auch das grüne mangansaure Kali bei seinem Uebergange in die rothe Färbung durch Oxydation. Die Ringe des letzteren zeigten sich violett, wie jene des Chromchlorids, aber die Ringe des Chrom-Alauns, dessen Auflösung selbst sich etwas mehr in's Blaue zog, hatten eine deutliche indigblaue Farbe.

Je länger man in einer festen Richtung durch die Auflösung hindurchsieht, um so mehr schwindet die Lebhaftigkeit der Erscheinung, und das ganze Gesichtsfeld erscheint gleichfarbig. Aber das Auge ist nun durch den Eindruck des bisher Beobachteten gereizt. Betrachtet man von der grünen Auflösung weg eine weifse Wand, so erblickt man einen deutlichen Ring von complementarer Farbe, also grün, und zwar etwas gelblich nach den violetten Ringen des Chromchlorids, von einem deutlicher gelblichen Ton nach den blauen des Chrom-Alauns. Die Sättigung des Auges mit dem gleichfarbigen Eindrucke einer Mauerwand erhöht ihrerseits wieder abwechselnd die Lebhaftigkeit der Erscheinung der Ringe.

Andere grüne durchsichtige Mittel, wie Kupferchlorid, essigsaures Kupfer, gaben keine Ringe, sondern in der Sehaxe einen etwas lebhafter gefärbten Fleck, der dann auch, wenn man das Auge gegen die Wand richtete, einen entsprechenden lebhafteren complementarfarbigen Fleck her-

vorbrachte. Rothe, gelbe durchsichtige Mittel gaben gleiche Resultate.

Die oben erwähnten Flüssigkeiten gehören auch in die Klasse derjenigen, für welche Herschel die Benennung von *dichromatischen Mitteln* [1]) angewendet hat, und eben auf dieser Eigenschaft scheint die gröfsere Lebhaftigkeit der beobachteten Erscheinung zu beruhen. Bei einem vollkommen gleichfarbigen, oder um es genauer auszudrücken, bei einem *einfarbigen* Mittel, das nur den, einem einzigen gefärbten Lichtstrahl entsprechenden Farbenton in's Auge gelangen läfst, wird die dünnste Stelle die hellste seyn, und die darum herumliegenden werden gleichförmig, aber auch gleichfarbig, nur durch Hell und Dunkel unterschieden, in der Helligkeit abnehmen.

Bei den oben erwähnten *dichromatischen* Mitteln ist der Fall etwas verschieden. Es mufs dabei noch hervorgehoben werden, dafs besonders bei denjenigen, welche Grün und Violett zeigen, die zwei Farben zugleich auch die *complementaren* sind, die *zufälligen* mit mehren Physikern, die *physiologischen* Farben Göthe's. Sieht man nun durch ein solches dichromatisches Mittel hindurch, so wird die Netzhaut zunächst der Sehaxe mit einer gewissen Stärke des Eindrucks gereizt. Die anliegenden Theile derselben werden eben dadurch zur Aufnahme des complementaren Eindrucks mehr vorbereitet. Da aber dieser ebenfalls in dem Mittel vorhanden, aber nur durch die stärkere Wirkung der Grundfarbe überwältigt war, so tritt er sogleich hervor, und zwar gleichförmig an allen Seiten, aber nur für eine dem mittleren gleichförmigen Raume entsprechende Breite, also ringförmig; der weiter entfernte Theil bringt einen weniger lebhaften Eindruck hervor.

Der Vorgang läfst sich mit Beziehung auf die Beschaffenheit der durch dichromatische Mittel gebildeten Spectra auch so darstellen. Die gewöhnlichen farbigen Mittel haben nur *ein* Maximum von Licht. So werden grüne immer

1) Vom Licht. Uebersetzt von Dr. J. C. Eduard Schmidt. Stuttgart und Tübingen 1831. S. 251.

reiner grün, je dicker sie werden, wie grüne Gläser, grüne Nickel-, zum Theil Kupferlösungen u. s. w. Die dichromatischen haben *zwei* Maxima beim Chromchlorid, das eine im Grün, das andere im Roth. Ist das Auge zunächst der Sehaxe durch das eine der Maxima stärker gereizt, so tritt sogleich daneben die Wirkung des andern Maximums ein und erzeugt den Ring; die Wirkung des nicht direct Besehenen ist gleichförmig an Helligkeit und Farbe abnehmend.

Noch bleiben manche Auflösungen zu vergleichen übrig. Aber es war nun auch geboten, die gewöhnlichsten farbigen Gläser in dieser Beziehung zu untersuchen. Die meisten zeigten keine oder wenig bemerkliche Resultate, höchstens einen etwas dunkleren Fleck, durch den gröfseren Reiz in centraler Richtung hervorgebracht; grüne Gläser einen gelblichen, violette Mangangläser blau, so wie die Töne durch Aufeinanderlegen in mehren Platten gestimmt erscheinen.

Aber die blauen Kobaltgläser, die bekanntlich nach Herschel zwei Maxima der Farben haben, zeigten die Ringe mit ungemeiner Deutlichkeit. Oft habe ich in dem hellsten inneren Felde noch einen abgesonderten dunkeln Punkt bemerkt. Bekanntlich kann man die zwei Maxima der Farben sehr deutlich erscheinen machen, wenn man durch ein Prisma z. B. eine Kerzenflamme betrachtet, und zwischen das erscheinende Spectrum und das Auge das blaue Glas bringt. Man sieht bei hinreichender Dicke eine rothe, und ganz getrennt davon eine blaue Kerzenflamme. Bei dem Chromchlorid gleicherweise die zwei Bilder der Kerzenflammen, grün und roth, leicht getrennt zu beobachten.

Die Lebhaftigkeit der Ringe läfst sich noch etwas vermehren, wenn man die blauen Glasplatten oder mehre aufeinandergelegte mehr und mehr neigt, während man fest durch sie hindurchsieht. Der Grund mufs natürlich gleichförmig und hell seyn, am besten weifslichgrauer Wolkenhimmel.

Sehr deutlich bemerkt man die Ringe nach einer von Hrn. A. Löwe angegebenen Methode, wenn man das gleich-

farbige, durchsichtige Feld erst in einiger Entfernung betrachtet, nach und nach dem Auge näher bringt. Vergrößert man die Entfernung, so wird gegentheils die Erscheinung eines etwas helleren Fleckes hervorgebracht.

Sättigt man das linke Auge durch längeres Hindurchsehen durch die in der rechten Hand gehaltene blaue Glasplatte, und bringt es dann schnell auf ein mit der linken Hand in der Nähe gehaltenes weifses Papier, so ist die abklingende complementare Farbe des Ganzen bräunlichorange mit einem hell schwefelgelben Ring.

Aber auch solche Mittel, die nur ein Maximum haben, zeigen oft die Erscheinung der Ringe. Darunter mufs insbesondere die Auflösung von Kupferoxyd in Aetzammoniak erwähnt werden, deren schön blaue Farbe in den dicksten Stellen nach Herschel in Violett übergeht, indem sie den reinen violetten Strahl in allen Dicken hindurchläfst. Hier erscheinen die Ringe dunkler, blau, etwas in's Violett geneigt. In gröfserer Entfernung vom Auge gehalten, ist eine gleich grofse Fläche dunkler, näher zum Auge gebracht, wird sie lichter, aber der Ring erscheint.

IX. *Nachtrag zu meiner Bestimmung des Atomgewichtes der Talkerde;*

von Th. Scheerer in Christiania.

Vor Kurzem machte ich in diesen Annalen (Bd. 69, S. 535) die Mittheilung, dafs ich das Atomgewicht der Talkerde in sechs Versuchen =251,43, 251,04, 250,69, 251,22, 250,82 und 250,61, im Mittel also =250,97 erhielt. Baron Berzelius, den ich von diesen Versuchen in Kenntnifs setzte, schrieb mir, dafs es, trotz der in dieser Beziehung von mir angewendeten Vorsichtsmafsregeln, dennoch möglich sey, dafs der durch Fällung der schwefelsauren Magnesia mittelst Chlorbarium erhaltene schwefelsaure Baryt nicht gänz-

lich frei von beigemengtem Talkerdesalz gewesen wäre, wodurch also das daraus abgeleitete Atomgewicht etwas zu klein ausgefallen seyn würde. Um hierüber Gewifsheit zu erhalten, habe ich folgenden Versuch angestellt.

2,0065 Grm. geglühte neutrale schwefelsaure Talkerde wurden ganz auf die in meinem erwähnten Aufsatze angegebene Weise behandelt. Das Salz wurde nämlich in Wasser gelöst, und zur kochendheifsen, durch Salzsäure stark sauer gemachten Solution Chlorbarium im Uebermaafs gefügt. Nachdem sich der Niederschlag aus der (während 24 Stunden an einem erwärmten und später längere Zeit an einem Orte gewöhnlicher Lufttemperatur aufbewahrten) Flüssigkeit vollständig abgesetzt hatte, wurde derselbe filtrirt, und der im Glase zurückgebliebene Niederschlag mit angesäuertem heifsen Wasser überschüttet, und damit, unter öfterem Umrühren, einige Zeit in Berührung gelassen. Dieses Auswaschen im Glase wurde mehrere Male wiederholt, bis zuletzt der ganze Niederschlag auf's Filtrum gebracht und das Aussüfsen desselben hier fortgesetzt wurde. Den geglühten und gewogenen schwefelsauren Baryt digerirte ich alsdann mit einer kleinen Quantität kochender Salzsäure, fügte eine gröfsere Quantität kochenden Wassers hinzu und filtrirte ihn abermals. Durch diese Extraction hatte derselbe, ganz wie es bei den früheren Versuchen der Fall war, sein Gewicht um einige Milligrammen vermindert. Die ganze Menge desselben betrug jetzt 3,8875 Grm., welches einer Schwefelsäuremenge von 1,337 Grm. und einem Atomgewichte der Talkerde von 250,75 entspricht.

Es kam jetzt darauf an zu ermitteln, ob jene 3,8875 Grm. schwefelsaure Baryterde, trotz der gedachten Vorsichtsmafsregeln, vielleicht dennoch durch etwas Talkerde verunreinigt waren. Zu diesem Endzweck wurden dieselben mit dem $3\frac{1}{2}$fachen ihres Gewichts wasserfreien kohlensauren Natrons zusammengeschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser behandelt, und der nicht darin lösliche Theil abfiltrirt und ausgewaschen [1]). Darauf löste ich den-

1) In der durchgelaufenen Solution konnte keine Talkerde aufgefunden werden.

selben in Salzsäure, verdünnte die Lösung mit kochendheifsem Wasser, und schüttete diese Solution in ebenfalls erwärmte verdünnte Schwefelsäure. Nach ein Paar Tagen wurde der gebildete schwefelsaure Baryt filtrirt, sehr sorgfältig ausgesüfst und die durchgelaufene Flüssigkeit bis zu einem kleineren Volum eingedampft. Nach dem Zusatze von Ammoniak bis zur annähernden Sättigung und darauf von kohlensaurem Ammoniak entstand keine Trübung, wohl aber durch Hinzufügung von phosphorsaurem Ammoniak und einer gröfseren Menge kaustischen Ammoniaks. Nach dem Erwärmen und längeren Aufbewahren der sehr ammoniakalischen Flüssigkeit, wurde die geringe Quantität der gebildeten phosphorsauren Ammoniak-Talkerde filtrirt, und nach dem Glühen daraus nicht ganz 3 Milligrm. phosphorsaure Talkerde erhalten, welches etwa 1 Milligrm. reiner Talkerde entspricht. Ob man diese nun als salzsaure oder schwefelsaure Talkerde in Rechnung bringen will, macht, bei der sehr geringen Menge derselben, nur einen ganz unbedeutenden Unterschied. Ich entschied mich für das Letztere. Das Gewicht der zuvor erhaltenen schwefelsauren Baryterde wird hierdurch von 3,8875 Grm. zu 3,8855 Grm., und in Folge davon das Atomgewicht der Talkerde von 250,75 zu 251,14 verändert.

Es war nun noch möglich, obgleich eben nicht wahrscheinlich, dafs beim Fällen der salzsauren Lösung der Baryterde und der darin vorhandenen kleinen Menge Talkerde, abermals ein Theil der Talkerde niedergeschlagen worden sey. Um auch in diesem Punkte völlig auf's Reine zu kommen, versetzte ich eine Lösung von Chlorbarium mit einer gewogenen kleinen Quantität salzsaurer Talkerde, und fügte verdünnte Schwefelsäure im Uebermaafse hinzu. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit wurde eine Quantität Talkerde erhalten, welche der angewendeten so gut wie völlig gleich kam.

Da es sich also gezeigt hat, dafs die Vermuthung von Berzelius richtig ist, und dafs der Zuwachs des Atomgewichts im betreffenden Falle (251,14 — 250,75 =) 0,39 beträgt, so müssen folglich die früher von mir gefundenen

Werthe einen ähnlichen Zuwachs erhalten. Dafs derselbe für diese letzteren *genau* eben so grofs sey, ist allerdings nicht gesagt; da aber das angewendete Verfahren bei allen Versuchen ein so viel wie möglich gleiches war, so kann der Fehler, den man begeht, wenn auch jedem der älteren Atomgewichte ein Zuwachs von 0,39 beigelegt wird, gewifs nur höchst unbedeutend seyn. Wir erhalten in diesem Falle folgende sieben Atomgewichte: 251,82, 251,43, 251,08, 251,61, 251,21, 251,00 und 251,14, und im Mittel aus allen 251,33, während früher 250,97 gefunden wurde.

Das von mir zur Bestimmung des Atomgewichts der Talkerde angewendete Verfahren dürfte vielleicht weniger einfach erscheinen als dasjenige, bei welchem eine gewogene Quantität Talkerde mit Schwefelsäure versetzt, eingedampft und geglüht wird. Dennoch aber gebe ich dem ersteren den Vorzug, da es ungleich gröfsere Schwierigkeiten hat, *reine kaustische* als *reine schwefelsaure* Talkerde darzustellen.

X. *Fortsetzung der Untersuchungen über das Auftreten des basischen Wassers im Mineralreiche; von Th. Scheerer in Christiania.*

In meinem Aufsatze: »Ueber eine eigenthümliche Art der Isomorphie« u. s. w. (diese Ann., Bd. 68, S. 319), habe ich die Sauerstoff-Proportionen von ungefähr 100 wasserhaltigen Mineralien angeführt, und die aus dem Gesichtspunkte der polymeren Isomorphie für dieselben daraus resultirenden Formeln entwickelt. Eine nicht unbeträchtliche Anzahl hierhergehöriger Species befindet sich jedoch nicht unter den damals betrachteten, theils weil einige dieser Mineralien meiner Aufmerksamkeit entgangen waren, theils weil mir, zufolge neuerer Untersuchungen, die chemische Zusammensetzung anderer erst bekannt wurde, nachdem ich jene Abhandlung schon beendet und abgesendet hatte [1]). Der Zweck des vorliegenden Aufsatzes soll daher hauptsächlich seyn, das in dieser Hinsicht Versäumte nachzuholen; indem es mir von Wichtigkeit erscheint, einen so viel wie möglich vollständigen Ueberblick derjenigen Veränderungen in den Mineralformeln zu erhalten, welche die Lehre von der polymer-isomorphen Erstattung zur

1) Dieselbe befand sich bereits zu Anfang 1846 nicht mehr in meinen Händen, und wurde am 11. Februar desselben Jahres von Baron Berzelius der schwedischen Academie der Wissenschaften im Auszuge mitgetheilt. Aus diesem Grunde konnte ich in derselben des später in diesen Annalen erschienenen, überaus interessanten Aufsatzes Haidinger's: „Ueber den Cordierit", keiner Erwähnung thun. Es dürfte in der That von hoher Bedeutung seyn, dafs Haidinger, vom physikalischen Standpunkte aus, zu Resultaten gelangt ist, welche mit den von mir auf chemischem Wege erhaltenen in gewisser Beziehung harmoniren. Wenn ich hierbei auch nicht (wie ich dies besonders in v. Leonhard und Bronn's Jahrbuch ausgesprochen habe) mit Haidinger hinsichtlich der *pseudomorphen* Bildung der betreffenden Mineralien einig seyn kann, so stimmen doch unsere Ansichten in Bezug auf die nahe Verwandtschaft derselben überein.

Folge hat. In dieser Absicht wird es auch geschehen, dafs ich nächstens eine kurze *tabellarische* Uebersicht sämmtlicher betreffender Mineralformeln mittheilen werde.

I. Silicate.

A. Silicate von Talkerde und damit isomorphen Basen

(Mineralien aus dem Serpentin- und Talk-Geschlecht.)

1) Hydrophit.

In diesem von Svanberg analysirten Minerale, welches ganz das Ansehen eines Serpentins besitzt, findet zwischen dem Sauerstoff der Kieselerde und dem der Basen folgendes Verhältnifs statt:

	$\dddot{S}i$.	$(\dot{R})$.
1)	18,79	: 18,57
2)	18,79	: 18,12
3)	17,74	: 17,57.

Das erste dieser Verhältnisse ergiebt sich, wenn 29 Proc. $\ddot{Al}$ nicht berücksichtigt werden, das zweite, wenn man dieselben als $(\dot{R})\ddot{Al}$, und das dritte, wenn man sie als $\dddot{Al}\dddot{Si}$ in Rechnung bringt. Die Formel des Minerals wird in allen Fällen mehr oder weniger nahe:

$$(\dot{R})^3\,\dddot{Si},$$

also die des Serpentin, Dermatin, Chrysotil u. s. w. $(\dot{R})$ ist jedoch $=$22,73 $\dot{Fe}$, 21,08 $\dot{Mg}$, 1,66 $\dot{Mn}$ und 16,08 $\dot{H}$. Durch die fast gleichen Mengen von $\dot{Fe}$ und $\dot{Mg}$ unterscheidet sich der Hydrophit von den andern serpentinartigen Mineralien.

2) Kieselmalachit.

Nach Berthier's, v. Kobell's und meinen Analysen stimmt die Zusammensetzung des Kieselmalachits sehr nahe überein mit der Formel:

$$\dot{Cu}^3\,\ddot{S}^2 + 6\,\dot{H}.$$

Betrachtet man sämmtliches Wasser als basisches, und setzt also $2\dot{H}=1\dot{Cu}$, so verändert sich diese Formel zu:

$$(\dot{Cu}^3)\ddot{Si}.$$

Der Kieselmalachit wäre also hiernach ein *Kupferoxyd-Serpentin*. Auch durch die äufseren Charaktere dieses Minerals wird es vollkommen gerechtfertigt, dasselbe zu den Serpentinen zu zählen.

3) Spadait, Pikrosmin und Monradit.

Für diese drei Mineralien hatte ich früher die Formel $(\dot{R})^3\ddot{Si}^2$ entworfen. Die nach dieser Formel berechnete Zusammensetzung stimmte jedoch nicht sehr genau mit der durch die Analyse gefundenen; noch weniger ist diefs aber der Fall, wenn man das neue Atomgewicht für die Talkerde, =251,33, bei der Berechnung anwendet. Ich habe es daher versucht, die chemische Constitution dieser Mineralien auf eine andere Weise zu deuten. Die Zusammensetzung derselben ist, nach den Analysen von v. Kobell, A. Erdmann und Magnus:

	Spadait.	Monradit.	Pikrosmin.
Kieselerde	56,00	56,17	54,89
Talkerde	30,67	31,63	33,35
Eisenoxydul	0,66	8,56	1,26
Manganoxydul	—	—	0,42
Thonerde	0,66	—	0,79
Wasser	11,34	4,04	7,30
	99,33	100,40	98,01.

Hieraus ergeben sich folgende Sauerstoffverhältnisse:

	$\ddot{Si}$.	$(\dot{R})$.
Spadait	29,08	: 15,71
Monradit	29,17	: 15,69
Pikrosmin	28,13	: 15,81

woraus sich die Formel

$$(\dot{R})^2\ddot{Si}+\dot{R}^3\ddot{Si}^2$$

ableiten läfst, welche ein Verhältnifs von

29,0 : 16,1

erfordert, das dem aus den analytischen Resultaten abgeleiteten sehr nahe kommt. In Bezug auf den Pikrosmin herrscht hierbei, wegen des stattgefundenen Verlustes von 2 Proc., noch einige Unsicherheit. Eine andere Unsicherheit liegt in der Möglichkeit, das Verhältnifs 29,0 : 16,1 durch andere Formeln als die angeführten auszudrücken. Die Formeln

$$2(\dot{R})^2\ddot{S}i + \dot{R}\ddot{S}i$$

und

$$(\dot{R})^3\ddot{S}i + 4\dot{R}^3\ddot{S}i^2$$

führen nämlich zu ganz derselben Sauerstoffproportion. Da Pikrosmin und Monradit in zwei Richtungen spaltbar sind, die sich unter ähnlichen Winkeln (127° und 130° etwa) schneiden, so dürfte wenigstens diesen beiden Mineralien eine gleiche Formel zukommen, und da die zuerst angeführte die einfachste ist, so habe ich mich einstweilen für diese entschieden. Der Spadait scheint gar nicht spaltbar zu seyn; vielleicht kommt ihm also eine andere Formel zu.

4) Antigorit.

Diefs zufolge seiner äufseren Kennzeichen dem Serpentine nahe stehende Mineral ist von Schweizer analysirt worden. Die Sauerstoffproportionen sind:

gefunden	23,05 : 17,80	$2(\dot{R})^3\ddot{S}i + \dot{R}^3\ddot{S}i^2$
berechnet	23,05 : 17,28	oder: $3\dot{R}^2\ddot{S}i + (\dot{R})^3Si.$

Beide Formeln entsprechen dem angegebenen Verhältnisse; die erstere dürfte die wahrscheinlichere seyn.

$$(\dot{R}) = 34{,}79\,\dot{M}g + 12{,}87\,\dot{F}e + 3{,}70\,\dot{H}.$$

Der Antigorit kann also betrachtet werden, als bestehend aus 2 Atomen Serpentin und 1 Atom Talk.

5) Talk.

Der Talk vom kleinen Bernhardt und vom St. Foix hat, nach Berthier's Analysen, eine Zusammensetzung, welche,

wie ich bereits früher gezeigt habe, durch die Formel:

$$(\dot{R})^3 \ddot{Si}^2$$

ausgedrückt werden kann. Andere Talke, und zwar anscheinend die meisten, haben eine andere Zusammensetzung, wie folgende Sauerstoffverhältnisse zeigen:

1) T. v. St. Gotthardt, n. Klaproth (0,5 $\dot{H}$) 32,19 : 13,26
2) T. v. - - n. Vauquelin (6,0 $\dot{H}$) 31,49 : 13,22
3) T. v. Greiner, n. v. Kobell (2,3 $\dot{H}$) 32,14 : 13,93
(T. v. Proufsiansk hat dieselbe Zusammens.)
4) T. v. Zillerthal, n. Delesse (3,4 $\dot{H}$) 32,70 : 14,37
5) T. v. Chamouny, n. Marignac (0,04 $\dot{H}$) 32,42 : 14,63.

Als Mittel aus den Sauerstoffverhältnissen dieser Talke, deren Wassergehalt zwischen 0,04 und 6,0 Proc. liegt, ergiebt sich:

32,19 : 13,88
berechnet 32,19 : 14,30 } $\dot{Mg}\ddot{Si} + (\dot{Mg})^3 \ddot{Si}^2$.

Diefs ist die Hornblendeformel; allerdings mit dem erheblichen Unterschiede, dafs die Kalkerde unter den Basen der Hornblende eine wesentliche Rolle spielt, was bei den Talken durchaus nicht der Fall ist. Zufolge des Baues ihrer Formeln könnte man den Talk vom kl. Bernhardt und den von St. Foix *augitischen*, die anderen angeführten Talkarten dagegen *amphibolitischen Talk* benennen.

6) Meerschaum.

Der Meerschaum aus der Levante hat, nach Lychnell's Analyse, eine von anderen Meerschaumarten (deren Formel früher $= (\dot{R})^3 \ddot{Si}^2$ entwickelt wurde) abweichende Zusammensetzung. Das Sauerstoffverhältnifs desselben ist, bei einem Wassergehalte von 11,29 Proc.:

31,62 : 14,45;

nähert sich also sehr dem des vorigen Minerals, dafs auch für diesen Meerschaum die Formel

$$\dot{Mg}\ddot{Si} + (\dot{Mg})^3 \ddot{Si}^2$$

angenommen werden kann. Hiernach scheint es, dafs die Meerschaume, gleich den Talken, in eine *augitische* und eine *amphibolitische* Abtheilung zerfallen.

7) Speckstein.

Lychnell hat fünf Specksteine verschiedener Fundorte analysirt. Die diesen Analysen entsprechenden Sauerstoffproportionen sind folgende:

	$\dot{\ddot{S}}i.$	$\dot{M}g$, $\dot{F}e$.
1) Speckstein von Wunsiedel	34,08	: 12,74
2) Speckstein vom Sala	32,80	: 13,79
3) Speckstein vom Mont Canegou	34,65	: 12,25
4) Speckstein aus Schottland	33,52	: 12,28
5) Speckstein aus China	34,56	: 12,94
im Mittel	33,92	: 12,80.

Zugleich enthielten alle diese Specksteine geringe Mengen Wasser, welche aber Lychnell, da er sie für unwesentlich hielt, nicht näher angegeben hat. Nur so viel scheint gewifs, dafs dieser Wassergehalt nicht beträchtlich über 1 Proc. ging. Nehmen wir einen mittleren Wassergehalt von 1 Proc. an, so verändert sich obiges mittlere Verhältnifs zu:

$$\left.\begin{array}{l} 33{,}92 : 13{,}10 \\ 33{,}5 : 13{,}4 \end{array}\right\} 3\dot{R}\ddot{S}i + (\dot{R})^3\ddot{S}i^2.$$

Bei dieser Formel, gleich wie bei einigen der zuvor entwickelten, wurde angenommen, dafs der Wassergehalt auf dasjenige Formelglied beschränkt sey, welches den geringsten Kieselerdegehalt besitzt.

B. Silicate von Talkerde und damit isomorphen Basen, verbunden mit Aluminaten oder Eisenoxydaten.

(Chlorit und verwandte Mineralien.)

1) Chlorit.

Die Annahme, dafs der Chlorit kein Fe, sondern nur $\dot{F}e$ enthalte, wird durch die Farbe dieses Minerals hinreichend wi-

widerlegt. Chlorite, welche längere Zeit der Einwirkung der Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt waren, besitzen natürlich keine grüne Farbe, und können möglicherweise nur $\dot{F}e$ enthalten. Jeder Zweifel in dieser Beziehung wird aber durch die Delesse'sche Analyse des Chlorits von Mauléon gehoben. Dieser Chlorit, welcher nur 0,6 Proc. Fe enthält, hat folgendes Sauerstoffverhältnifs:

	$\dot{S}i$.	$\dot{A}l$.	$(\dot{R})$.
gefunden	16,7	8,6	18,5
berechnet	16,5	8,3	19,3,

welches zur Formel

$$2(\dot{R})^3\dot{S}i + (\dot{R})\dot{A}l$$

führt, die bereits früher, nach dem Mittel aus v. Kobell's, Varrentrapp's und Brüel's Analysen, für den Chlorit aufgestellt wurde.

2) Thuringit.

Das Sauerstoffverhältnifs dieses von Breithaupt entdeckten und von Rammelsberg [1]) analysirten Minerals ist:

$\dot{S}i$.	$\dot{F}e$.	$(\dot{R})$.	
11,64	6,58	13,44	$2(\dot{F}e)^3\dot{S}i + (\dot{R})\dot{F}e$.
12,00	6,00	14,00	

Der Thuringit ist daher ein Chlorit, in welchem die Thonerde durch Eisenoxyd, und fast sämmtliche Talkerde durch Eisenoxydul ersetzt ist. Da das Mineral beide basische Oxydationsstufen des Eisens enthält, so ist es leicht möglich, dafs die Menge des Eisenoxyds bei der Bestimmung etwas zu grofs ausgefallen ist. Diefs angenommen, kann das der Analyse entsprechende Sauerstoffverhältnifs verändert werden zu:

$$11{,}64 : 6{,}00 : 13{,}96,$$

in welcher Form es noch schärfer mit dem nach der Formel berechneten übereinstimmt:

$$(\dot{R}) = 42{,}6\,\dot{F}e\ ,\ 1{,}16\,\dot{M}g\ ,\ 11{,}89\,\dot{H}.$$

1) Diese Annalen, Bd. 68, S. 515.

C. Silicate von Talkerde und Thonerde, und damit isomorphen Basen.

a) Glimmer und verwandte Mineralien.

1) Nakrit.

Mit diesem Namen hat Thomson einen schuppigen Glimmer von Brunswick, Provinz Maine, in den Vereinigten Staaten belegt, dessen Zusammensetzung folgende ist:

Kieselerde	64,440
Thonerde	28,844
Eisenoxydul	4,428
Wasser	1,000
	98,712.

Dieſs führt zur Sauerstoffproportion:

33,46 : 13,47 : 1,28.

Nimmt man an, daſs der stattgefundene Verlust von etwa 1,3 Proc. aus Wasser bestehe, so verändert sich dieſs Verhältniſs zu:

$$\left.\begin{array}{l} 33{,}46 : 13{,}47 : 1{,}66 \\ 33{,}00 : 14{,}10 : 1{,}60 \end{array}\right\} (\dot{R})\,\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\,\ddot{S}i^2.$$

Diese Formel harmonirt sehr gut mit der des Glimmers von Brättstad:

$$(\dot{R})\,\ddot{S}i + 2\ddot{A}l\,\ddot{S}i^2,$$

welche ich in meiner früheren Abhandlung angeführt habe.

2) Pyrophyllit.

Nach Rammelsberg's Analyse sind die Sauerstoffmengen im Pyrophyllit von Spaa:

$$\left.\begin{array}{l} 34{,}36 : 12{,}08 : 2{,}35 \\ 34{,}00 : 12{,}36 : 3{,}09 \end{array}\right\} 3(\dot{R})\,\ddot{S}i + 4\ddot{A}l\,\ddot{S}i^2$$

$(\dot{R}) = 1{,}49\,\dot{M}g\ ,\ 0{,}39\,\dot{C}a\ ,\ 5{,}59\,\dot{H}$. Die Formel des Pyrophyllit von Beresowsk (Hermann) wurde früher entwikkelt zu:

$$3(\dot{R})\,\ddot{S}i + 2\ddot{A}l^2\,\ddot{S}i^3.$$

Die Formel des Pyrophyllit von Spaa kann aber auch geschrieben werden:

$$3(\dot{R})\ddot{S}i + 2\ddot{A}l^2\ddot{S}i^4,$$

in welcher Form sie die nahe Verwandtschaft beider Mineralien noch augenfälliger zeigt. Nach der älteren Betrachtungsweise des Wassergehalts erhielten dieselben durchaus von einander abweichende Formeln, nämlich:

Pyrophyllit von Spaa $\ddot{A}l\ddot{S}i^3 + \dot{H}$, oder auch $\ddot{A}l^2\ddot{S}i^5 + 2\dot{H}$

Pyrophyllit von Beres. $\dot{M}g^3\ddot{S}i^2 + 9\ddot{A}l\ddot{S}i^2 + 9\dot{H}$,

in welchen ersteren beiden Formeln überdiefs noch ein Gehalt von 1,49 $\dot{M}g$ und 0,39 $\dot{C}a$ gänzlich übersehen werden mufste, welcher Fall sich bei nicht wenigen anderen Mineralien wiederholt. — Der verchiedene Kieselerdegehalt der Pyrophyllite von Spaa und Beresowsk bedingt nicht nothwendig verschiedene Krystallgestalten [1]).

3) Talcit.

So hat Thomson ein im Granite der Grafschaft Wicklow vorkommendes glimmerartiges Mineral benannt. Short und Tennant haben es analysirt:

	Short.	Tennant.
Kieselerde	46,000	44,55
Thonerde	35,200	33,80
Kalkerde	9,608	1,30
Eisenoxydul	2,880	7,70
Manganoxydul	3,944	2,25
Talkerde	—	3,30
Wasser	2,000	6,25
	99,632	99,15.

Die hieraus sich ergebenden Sauerstoffverhältnisse sind:

nach Short	23,89 : 16,44 : 4,85	
nach Tennant	13,12 : 15,79 : 5,75	
im Mittel	23,51 : 16,12 : 5,30 24,00 : 16,00 : 5,33	$(\dot{R})^2\ddot{S}i + 2\ddot{A}l\ddot{S}i.$

1) S. diese Annalen, Bd. 68, S. 337.

Diese Formel steht in Harmonie mit der des Chlorophyllits, Ottrelit, des Glimmers von Rosendal u. s. w.

b) Nicht glimmerartige Mineralien.

α) Krystallinische.

1) Pyrosklerit.

(v. Kobell.)

$$\left.\begin{array}{l} 19{,}22 : 6{,}73 : 16{,}62 \\ 19{,}94 : 6{,}65 : 16{,}62 \end{array}\right\} 5(\dot{R})^3\ddot{S}i + \ddot{A}l^2\ddot{S}i.$$

In meinem früheren Aufsatze habe ich die Formel des Chonikrit, ebenfalls nach v. Kobell's Analyse, berechnet zu:

$$4(\dot{R})^3\ddot{S}i + \ddot{A}l^2\ddot{S}i.$$

Beide Mineralien, mit einander verwachsen, bilden Gänge im Serpentin bei Porto Ferrajo auf Elba. Durch die obigen Formeln wird sowohl die Verwandtschaft derselben unter sich, als auch zu dem sie einschliefsenden Serpentin dargelegt. Gleichwohl ist es möglich, dafs ihre Zusammensetzung auf eine andere Art, von der in dem folgenden Aufsatze die Rede seyn wird, noch naturgemäfser betrachtet werden kann.

2) Saccharit.

Nach Schmidt's Untersuchung dieses von Glocker aufgefundenen Minerals kommt demselben folgende Sauerstoffproportion zu:

$$\left.\begin{array}{l} 30{,}61 : 11{,}35 : 4{,}44 \\ 30 : 12 : 4 \end{array}\right\} 2(\dot{R})\ddot{S}i + \ddot{A}l^2\ddot{S}i^3$$

$(\dot{R}) = 5{,}67\,\dot{C}a$, $7{,}42\,\dot{N}a$, $0{,}93\,\dot{N}i$, $0{,}56\,\dot{M}g$, $0{,}05\,\dot{K}$ und $2{,}21\,\dot{H}$. Der Saccharit kommt mit einem nickeloxydulhaltigen Speckstein (Pimelit) in den Chrysopras-Gruben von Frankenstein in Schlesien vor.

3) Beaumontit.
(Delesse.)

$$\left.\begin{array}{l} 33{,}3 : 6{,}6 : 6{,}2 \\ 33{,}0 : 6{,}6 : 6{,}6 \end{array}\right\} 3(\dot{R})\ddot{S}i + \dot{A}l\ddot{S}i^2$$

$(\dot{R}) = 4{,}8\,Ca$, $1{,}7\,Mg$, $1{,}2\,Fe$, $13{,}4\,\dot{H}$, $0{,}6\,Na$ und Verlust.

β) Nicht krystallinische.

1) Steinmark von Clausthal.
(Rammelsberg.)

$$\left.\begin{array}{l} 22{,}33 : 18{,}95 : 4{,}68 \\ 23{,}0 : 18{,}4 : 4{,}6 \end{array}\right\} (\dot{R})^3\ddot{S}i + 4\dot{A}l\ddot{S}i$$

$(\dot{R}) = 0{,}47\,Ca$, $15{,}50\,\dot{H}$. Dieses Steinmark hat also dieselbe Formel wie der zu den steinmarkartigen Mineralien gehörende Halloysit.

2) Steinmark von Zorge.
(Derselbe.)

$$\left.\begin{array}{l} 25{,}83 : 13{,}95 : 4{,}58 \\ 26{,}00 : 13{,}00 : 4{,}33 \end{array}\right\} (\dot{R})\ddot{S}i + \dot{A}l\ddot{S}i$$

$(\dot{R}) = 1{,}47\,Mg$, $0{,}43\,Ca$, $6{,}35\,K$, $5{,}48\,\dot{H}$.

3) Razoumoffskin.

Nach Zellner's Analyse dieses steinmarkartigen Minerals ergiebt sich die Sauerstoffproportion:

$$\left.\begin{array}{l} 28{,}3 : 12{,}8 : 4{,}9 \\ 28 : 14 : 4{,}7 \end{array}\right\} (\dot{R})\ddot{S}i + \dot{A}l\ddot{S}i$$

$(\dot{R}) = 2{,}00\,Ca$, $0{,}37\,Mg$, $0{,}25\,Fe$, $14{,}25\,\dot{H}$. Die Analyse gab 1,4 Proc. Verlust; besteht dieser in Thonerde, so entspricht die gefundene Proportion der berechneten sehr nahe.

4) Nephrit.
(Kastner.)

$$\left.\begin{array}{l} 26{,}24 : 6{,}35 : 13{,}14 \\ 26{,}24 : 6{,}56 : 13{,}12 \end{array}\right\} 3(\dot{R})^2\ddot{S}i + \dot{A}l\ddot{S}i$$

$(\dot{R}) = 31{,}00\,Mg$, $2{,}75\,\dot{H}$.

II. Arseniate und Phosphate.

A. Arseniate und Phosphate von 1- und 1atomigen Basen.

1) Euchroit.

Der Euchroit ist von Wöhler und von Kühn aufs Neue untersucht worden. Das aus der Analyse von Wöhler abgeleitete Sauerstoffverhältnifs ist:

$$\ddot{As}. \quad \dot{Cu}. \quad \dot{H}$$
$$11{,}53 : 9{,}70 : 16{,}35$$

$$= \left.\begin{matrix} 11{,}53 : 11{,}90 : 11{,}95 \\ 11{,}80 : 11{,}80 : 11{,}80 \end{matrix}\right\} (\dot{Cu})^5 \ddot{As} + 5\dot{H},$$

welcher Ausdruck sich auch umformen läfst zu:

$$(\dot{Cu})^{15} \ddot{As}^2.$$

Die zuerst angeführte Formel ist dieselbe, welche ich früher aus der Turner'schen Analyse für den Euchroit abgeleitet habe. Die Kühn'sche Analyse weicht von der Wöhler'schen nur wenig ab.

2) Kupferglimmer.

Hermann untersuchte neuerlich den Kupferglimmer von Cornwall, und fand denselben anders zusammengesetzt als früher Chenevix, nämlich:

Arseniksäure	17,51
Kupferoxyd	44,45
Eisenoxydul	2,92
Wasser	31,19
Phosphorsäure, Thonerde	3,93
	100,00.

Wird die phosphorsaure Thonerde als zufällige Beimischung aufser Betracht gesetzt, so erhält man:

$\ddot{As}$.	$\dot{Cu}$.	$\dot{H}$.
6,08 :	9,61 :	27,73

	($\dot{Cu}$).		
=6,08 :	11,91 :	23,13	$(\dot{Cu})^{10}\ddot{As}+20\dot{H}$.
6 :	12 :	24	

Jedoch kann diese Formel auch umgeformt werden zu:

$$(\dot{Cu})^{20}\ddot{As},$$

und es läfst sich vor der Hand nicht ausmachen, welche von diesen Formeln die richtige sey.

3) Huraulit. (Dufrénoy.)

$\ddot{P}$.	$\dot{R}$.	$\dot{H}$.
21,29 :	9,83 :	16,00

	($\dot{R}$).		
=21,29 :	10,16 :	15,00	$2(\dot{R})^{5}\ddot{P}^{2}+15\dot{H}=(\dot{R})^{15}\ddot{P}^{4}$.
20,50 :	10,25 :	15,37	

Auch die Formel $(\dot{R})^{10}\ddot{P}^{3}$ kommt dem Resultate der Analyse nahe. $(\dot{R})$ = 32,85 $\dot{Mn}$, 11,10 $\dot{Fe}$, 18,00 $\dot{H}$.

4) Strahlerz.

Das Strahlerz von Cornwall (Breithaupt's Klinoklas) hat, nach Rammelsberg, folgendes Sauerstoffverhältnifs:

$\ddot{As}$.	$\dot{Cu}$.	$\dot{H}$.
10,67 :	12,10 :	6,79

	($\dot{Cu}$).	
=10,67 :	15,50	. . . . $(\dot{Cu})^{15}\ddot{As}^{2}$.
10,50 :	15,75	

5) Phosphorocalcit.

Der Phosphorocalcit von Rheinbreitenbach ist früher von Lynn und neuerlich von Kühn analysirt worden.

	Lynn.	Kühn.
Phosphorsäure	21,69	21,52
Kupferoxyd	62,85	68,74
Wasser	15,45	8,64
	99,99	98,90.

Die hieraus abgeleiteten Sauerstoffverhältnissse

	$\dddot{\mathrm{P}}$.		$\dot{\mathrm{Cu}}$.		$\dot{\mathrm{H}}$.
nach Lynn	12,15	:	12,68	:	13,73
nach Kühn	12,06	:	13,86	:	7,68

werden, wenn sämmtliches Wasser als basisches betrachtet wird, verändert zu

	$\dddot{\mathrm{P}}$.		$(\dot{\mathrm{Cu}})$	
	12,15	:	19,54	
	12,06	:	17,70	
im Mittel	12,10	:	18,62	$(\dot{\mathrm{Cu}})^{1,5}\dddot{\mathrm{P}}^{2}$.
	12,10	:	18,15	

Phosphorocalcit und Strahlerz, das vorige Mineral, sollten hiernach isomorph seyn. Vollkommen genau ist die Krystallform derselben noch nicht ermittelt, theils wegen der Seltenheit, theils wegen der Kleinheit ihrer Krystalle. Soviel ist jedoch bekannt, dafs beide Mineralien in klinorhombischen Säulen mit sehr wenig geneigter Basis krystallisiren. Die klinorhombische Säule des Strahlerzes hat Winkel von etwa 56°, und die des Phosphorocalcits von 39°. Es verhält sich aber $tang\,\frac{56^\circ}{2} : tang\,\frac{39^\circ}{2} = 2{,}82 : 1{,}88$, also genau wie 3 : 2. Die Form des einen Minerals scheint daher als eine aus der des anderen abgeleitete betrachtet werden zu können.

Die Formel des Phosphorocalcits ist zugleich die des phosphorsauren Kupfers von Hirschberg, welche ich früher entwickelt habe zu:

$\dddot{\mathrm{P}}$.		$\dot{\mathrm{Cu}}$.		$\dot{\mathrm{H}}$.
11,96	:	15,61	:	6,46

(Ċu).

$$= \left.\begin{matrix} 11{,}69 : 17{,}76 \\ 11{,}69 : 17{,}54 \end{matrix}\right\} (\dot{Cu})^{15}\ddot{P}^{2}$$

Ċu = 71,73 Ċu , 7,40 Ḣ. Ueber die Krystallform dieses Minerals ist nichts bekannt, da dasselbe bisher nur in malachitartigen Massen gefunden wurde.

6) Phosphorsaures Kupfer
von Ehl bei Rheinbreitenbach.
(Bergemann.)

Die früher von mir für dieses Mineral entwickelte Formel:

$$3\dot{Cu}^{5}\ddot{P} + 10\dot{H}$$

kann auch geschrieben werden:

$$(\dot{Cu})^{20}\ddot{P}^{3}.$$

Das Mineral hat in seinem Aeufseren Aehnlichkeit mit Kupferglimmer.

B. Arseniate und Phosphate von 2- und 3atomigen, und 1- und 4atomigen Basen.

1) Peganit.

Hermann hat diefs von Breithaupt aufgefundene Mineral analysirt. Die seiner Analyse entsprechende Sauerstoffproportion ist:

$\ddot{P}$.	$\ddot{Al}$.	Ḣ.
17,09	20,78	20,28

(Ṙ).

$$= \left.\begin{matrix} 17{,}09 : 20{,}78 : 6{,}76 \\ 17{,}09 : 20{,}51 : 6{,}84 \end{matrix}\right\} 2(\dot{R})^{5}\ddot{P} + \ddot{Al}^{10}\ddot{P}^{3}.$$

Das Sauerstoffverhältnifs zwischen Base und Säure im ersten Gliede dieser Formel ist = 1 : 1, im zweiten Gliede = 2 : 1. (Ṙ) enthält nur *basisches Wasser*, welches auch bei den folgenden Mineralien, mit Ausnahme des Linsenerzes und Arsenioderits, der Fall ist.

2) Wawellit.

Nach den neuesten Analysen des Wawellit von Hermann, besteht dieſs Mineral aus:

6 At. $\dddot{P}$, 9 At. $\ddot{Al}$ und 36 At. $\dot{H}$,

wobei ein kleiner Theil des Sauerstoffs der Thonerde durch Fluor ersetzt ist. Dieſs Atomenverhältniſs, welches sowohl mit der von Berzelius als der von Hermann durch die Analyse gefundenen Zusammensetzung sehr nahe übereinstimmt, führt genau zu der Formel:

$$4(\dot{R})^5\dddot{P} + \ddot{Al}^{15}\dddot{P}^6.$$

Die Formel des Peganit, des vorhergehenden Minerals, kann aber auch geschrieben werden:

$$4(\dot{R})^5\dddot{P} + \ddot{Al}^{20}\dddot{P}^6.$$

Hierdurch giebt sich die im Aeuſsern in so hohem Grade ausgesprochene, durch die betreffenden *älteren* Formeln aber nur in geringerem Grade dargelegte, nahe Verwandtschaft zwischen Peganit und Wawellit zu erkennen. Diese älteren Formeln sind nämlich:

Peganit: $(\ddot{Al}^4\dddot{P}^3 + 12\dot{H}) + 2\ddot{Al}\dot{H}^3$

Wawellit: $6(\ddot{Al}^4\dddot{P}^3 + 18\dot{H}) + (AlFl^3 + 2\ddot{Al})$.

Nach den neueren Formeln, in denen alles vorhandene Wasser als basisches betrachtet wird, besteht der ganze chemische Unterschied zwischen diesen beiden Mineralien darin, daſs im zweiten Gliede der Peganitformel der Sauerstoff der Thonerde $1\frac{1}{2}$ Mal, im zweiten Gliede der Wawellitformel aber 2 Mal so groſs ist, als der der Phosphorsäure. — Wawellit und Peganit krystallisiren beide rhombisch, nur mit dem Unterschiede, daſs die Säule des Peganits Winkel von 127°, und die des Wawellits Winkel von 126° 25′ hat.

3) Fischerit.

Dieſs in der Gegend von Nischnei Tagilsk vorkommende Mineral wurde ebenfalls von Hermann untersucht. Werden 5 Proc. verschiedene Stoffe (phosphorsaurer Kalk, Kupferoxyd, Gangart u. s. w.), welche, nach Hermann's

Meinung, nur als zufällige Verunreinigungen zu betrachten seyn dürften, in Abrechnung gebracht, so ergiebt sich:

$\dddot{P}$.	$\dddot{Al}$.	$\dot{H}$.
16,27 :	17,96 :	24,45

		($\dot{R}$).	
=16,27 :	17,96 :	8,15	$3(\dot{R})^5\dddot{P}+\dddot{Al}^{10}\dddot{P}^3=6(\dot{R})^5\dddot{P}+\dddot{Al}^2{}^0\dddot{P}^6$.
17 :	17 :	8,5	

Dieser Ausdruck ist nur durch den Coëfficienten des ersten Gliedes von der Formel des Peganits verschieden. Der Fischerit kommt in kleinen sechsseitigen Säulen vor, deren näherer krystallographischer Charakter sich aber, wegen der Unvollkommenheit ihrer Ausbildung, bisher nicht bestimmen liefs.

4) Arseniosiderit.
(Rammelsberg.)

$\dddot{As}$.	$\dddot{Fe}$.	$\dot{Ca}$.	$\dot{H}$.
13,59 :	12,00 :	3,46 :	7,69

		($\dot{R}$).	
=13,59 :	12,00 :	6,02	$3(\dot{R})^5\dddot{P}+\dddot{Fe}^{10}\dddot{P}^4=6(\dot{R})^5\dddot{P}+\dddot{Fe}^2{}^0\dddot{P}^8$.
14 :	12 :	6	

Der Sauerstoff des Eisenoxyds ist $1\frac{1}{7}$ Mal so grofs als der der damit verbundenen Phosphorsäure.

5) Eisensinter.

Zwei Mineralien dieses Namens von wesentlich verschiedener Zusammensetzung sind von Stromeyer und Kersten analysirt worden. Kersten untersuchte einen Eisensinter vom Tiefen Fürstenstollen bei Freiberg, und Stromeyer einen solchen von der Grube Christbescheerung bei dieser Stadt.

Der Eisensinter vom Tiefen Fürstenstollen besitzt nach Kersten's Analyse ein Atomenverhältnifs von:

1 At. $\dddot{As}$		10 At. $\dddot{As}$
2 At. $\dddot{Fe}$	welches gleich ist	20 At. $\dddot{Fe}$
12 At. $\dot{H}$		40 At. $(\dot{R})$

Dieſs führt zur Formel:

$$4(\dot{R})^{10}\dddot{As}+\dddot{Fe}^{20}\dddot{As}^{6}.$$

Der Eisensinter von der Grube Christbescheerung ist durch einen beträchtlichen Schwefelsäuregehalt ausgezeichnet. Das sich nach Rammelsberg's Berechnung aus Stromeyer's Analyse ergebende Atomenverhältniſs ist:

2 At. $\dddot{As}$		10 At. $\dddot{As}$
4 At. $\dddot{Fe}$	welches gleich ist	20 At. $\dddot{Fe}$
2 At. $\ddot{S}$		10 At. $\ddot{S}$
30 At. $\dot{H}$		50 At. $(\dot{R})$

woraus sich die Formel ergiebt:

$$[4(\dot{R})^{5}\dddot{As}+\dddot{Fe}^{20}\dddot{As}^{6}]+10(\dot{R})^{3}\ddot{S}.$$

Das Eingeklammerte ist gleich der Formel des vorigen Minerals, nur mit dem Unterschiede, daſs das Sauerstoffverhältniſs im ersten Gliede 1 : 1 ist, während es in jener Formel 2 : 1 war. An dieser Verschiedenheit ist wahrscheinlich die Schwefelsäure Schuld, welche im Eisensinter von der Grube Christbescheerung der schwächeren Arseniksäure einen Theil (die Hälfte) ihrer Base entzog.

Ein dritter Eisensinter, von Nertschinsk, wurde von Herman untersucht, und von demselben zusammengesetzt gefunden aus:

10 At. $\dddot{Fe}$		20 At. $\dddot{Fe}$
9 At. $\dddot{As}$	welches gleich ist	18 At. $\dddot{As}$
36 At. $\dot{H}$		24 At. $(\dot{R})$

Nimmt man eine kleine Veränderung in dem Verhältnisse zwischen der Arseniksäure und dem Wasser vor, welches wohl erlaubt seyn dürfte, da der eine dieser Bestandtheile nur aus dem Verluste bestimmt wurde, so ergiebt sich die Formel:

$$5(\dot{R})^{5}\dddot{As}+\dddot{Fe}^{20}\dddot{As}^{12},$$

welche 20 $\ddot{F}e$, 17 $\ddot{A}s$ und 25 $(\dot{R})$ erfordert. Das Sauerstoffverhältnifs ist in beiden Formelgliedern wie 1 : 1.

6) Diadochit.

Nach Plattner's Analyse ist die Zusammensetzung dieses Minerals:

Phosphorsäure	14,811
Schwefelsäure	15,145
Eisenoxyd	39,690
Wasser	30,354
	100,000

welches einer Sauerstoffproportion entspricht von:

$$\ddot{P}. \quad \ddot{S}. \quad \ddot{F}e. \quad \dot{H}.$$
$$8{,}29 : 9{,}06 : 12{,}17 : 26{,}98$$
$$(\dot{R}).$$
$$= 8{,}29 : 9{,}06 : 12{,}17 : 9{,}00$$

woraus folgende Formel resultirt:

$$2\ddot{F}e^{7\,0}\ddot{P}^{8} + 30(\dot{R})^{3}\ddot{S}.$$

Das nach derselben berechnete Sauerstoffverhältnifs ist:

$$8 : 9 : 12 : 9,$$

also mit dem durch die Analyse gefundenen sehr nahe übereinstimmend.

Bei dem Diadochit und dem Eisensinter von der Christbescheerung habe ich angenommen, dafs die ganze Quantität der in diesen Mineralien vorhandenen Schwefelsäure an *Wasser* gebunden sey. Hierbei liegt die durch Stromeyer's, Plattner's und Rammelsberg's Versuche gewonnene Thatsache zu Grunde, *dafs fast der ganze Schwefelsäuregehalt dieser Mineralien durch kochendes Wasser extrahirt werden kann, ohne dafs sich hierbei Eisenoxyd auflöst.* Wäre die Schwefelsäure an Eisenoxyd gebunden, so könnte dieses Verhalten unmöglich stattfinden. Nehmen wir an, wie Rammelsberg thut, Schwefelsäure und Eisenoxyd seyen zu $\ddot{F}e\ddot{S}^{2}$ verbunden, so würde diese Verbindung, nach Maus, bei der Behandlung mit Wasser zuerst in ein unlösliches basisches und in ein sich auflösen-

des (annähernd) neutrales Salz zerfallen. Ich habe aber gezeigt, dafs 1 Th. neutrales schwefelsaures Eisenoxyd in 1000 Th. Wasser gelöst und gekocht, keinesweges seinen ganzen Eisenoxydgehalt, sondern nur etwa $\frac{9}{10}$ desselben als basisches Salz absetzt, während $\frac{1}{10}$ aufgelöst bleibt. Bei 800facher Verdünnung bleibt etwa $\frac{1}{8}$, bei 400facher Verdünnung $\frac{1}{4}$, und bei 200facher Verdünnung $\frac{1}{2}$ des Eisenoxyds gelöst [1]). — Von der ungefähr 15 Proc. betragenden Menge der Schwefelsäure im Diadochit extrahirte Rammelsberg 12,6 Procent durch Kochen mit Wasser. Warum nicht die ganze Menge der Schwefelsäure ausgezogen werden konnte, ist leicht einzusehen.

7) Linsenerz.

(Hermann.)

$\ddot{As}$.	$\dot{Al}$.	$\dot{Cu}$.	$\dot{H}$.
10,09 :	5,35 :	7,34 :	22,23

($\dot{Cu}$).

$$= \left.\begin{matrix} 10{,}09 : 5{,}35 : 18{,}45 \\ 10{,}70 : 5{,}35 : 17{,}83 \end{matrix}\right\} \; . \; 5(\dot{Cu})^{10}\ddot{As} + \dot{Al}^{5}\ddot{As}.$$

Das Sauerstoffverhältnifs im ersten Gliede ist wie 2 : 1, im zweiten Gliede wie 3 : 1.

Zur besseren Uebersicht der für die Arseniate und Phosphate dieses Abschnitts aufgestellten Formeln will ich dieselben hier zusammenstellen:

		Sauerstoffverhältnifs im 2. Gliede.
Peganit	$4(\dot{R})^{5}\ddot{P} + \dot{Al}^{20}\ddot{P}^{6}$	2 : 1
Wawellit	$4(\dot{R})^{5}\ddot{P} + \dot{Al}^{15}\ddot{P}^{6}$	3 : 2
Eisensinter v. Christbescheerung	$4(\dot{R})^{5}\ddot{As} + \dot{Fe}^{20}\ddot{As}^{6} + 10(\dot{R})^{1}\ddot{S}$.	2 : 1
Fischerit	$6(\dot{R})^{5}\ddot{P} + \dot{Al}^{20}\ddot{P}^{6}$	2 : 1
Arseniosiderit	$6(\dot{R})^{5}\ddot{As} + \dot{Fe}^{20}\ddot{As}^{6}$	3 : 2
Diadochit	$2\dot{Fe}^{20}\ddot{P}^{6} + 30(\dot{R})^{3}\ddot{S}$ . .	3 : 2
Eisensinter v. T. Fürstenstollen	$4(\dot{R})^{10}\ddot{As} + \dot{Fe}^{20}\ddot{As}^{6}$	2 : 1
Linsenerz	$5(\dot{Cu}^{10}\ddot{As} + \dot{Al}^{5}\ddot{As}$	3 : 1

Die Formel des Eisensinters von Nertschinsk habe ich, als weniger sicher, hier nicht aufgeführt.

1) Diese Annalen, Bd. 44, S. 453.

XI. *Chemische Untersuchung einiger Silicate, die Kohlensäure, Chlor und Schwefelsäure enthalten; von Whitney aus Boston.*

Vor einem Jahre kam ich, durch die Güte des Hrn. Dr. C. T. Jackson in Boston, in Besitz einiger in Litchfield, Maine, neu entdeckter Mineralien, deren chemische Untersuchung ich unter der Leitung des Hrn. H. Rose Gelegenheit hatte auszuführen. Gewisse Eigenschaften einiger dieser Mineralien, nämlich der Silicate, die Chlor und Kohlensäure enthalten, führten mich zu der Untersuchung anderer, die mit diesen gewissermafsen verwandt schienen, und deren Zusammensetzung noch nicht vollkommen ausgemittelt war.

Die in Litchfield vorkommenden Mineralien zeigen in ihrer chemischen Beschaffenheit sowohl wie in ihrem Vorkommen neben einander eine wirklich merkwürdige Aehnlichkeit mit den in dem Miascit des Ilmengebirges vorkommenden Mineralien. Bis jetzt aber hat man sie nur in Granitblöcken gefunden, die vielleicht weit von ihrer ursprünglichen Lage fortgerissen sind; findet man sie später in dem festen Granit, so wird wahrscheinlich die Vergleichung sich weiter ausführen lassen. Der Granit, der die in Litchfield aufgefundenen Mineralien enthält, ist kein Miascit, das heifst, kein Granit, in dem der Quarz durch Elaeolith vertreten ist, doch ist Elaeolith vorhanden und mehr oder weniger mit dem Gesteine eingemengt. Der Granit besteht aus einem Gemenge von Quarz, Feldspath und schwarzem Glimmer, welcher letztere in sehr verschiedener Menge vorhanden ist, theils in einzelnen dünnen Streifen zwischen den anderen Bestandtheilen, theils in grofsen Blättern mit Elaeolith und einem, dem Cancrinit sehr nahe stehendem, Minerale eingemengt. Folgende Mineralien kommen in diesem Granit vor, und es sind gerade diejenigen, die den Miascit auszeichnen.

Zircon in schönen zimmtbraunen Krystallen; *Sodalit* von schön saphirblauer Farbe in kleinen spaltbaren Stücken; *Elaeolith*, in derben Massen von fleischrother Farbe, und das dem *Cancrinit* so nahe stehende Mineral, das weiter unten beschrieben wird.

Der Elaeolith ist in den Stufen, die ich habe, in verhältnifsmäfsig sehr kleiner Menge vorhanden, und kommt meistens mit dem Cancrinit vor. Auf der Oberfläche einiger Stufen bildet er einen, einige Linien starken Ueberzug, in dem der Sodalit eingewachsen ist. Seine Farbe ist licht fleischroth und licht gelblichbraun. Fettglanz; derb; undurchsichtig. Löst sich in einem grofsen Ueberschufs von einer nicht zu verdünnten Säure zu einer klaren Flüssigkeit auf, ohne dabei Kohlensäure zu entwickeln. Enthält keine Schwefelsäure und nur Spuren von Chlor. Vor dem Löthrohr schmilzt er sehr leicht zu einem blasigen Glase, und verhält sich im übrigen wie Elaeolith. Es wurde keine Analyse von dem Elaeolith gemacht, denn die Analysen von Scheerer haben die Formel:

$$\left.\begin{matrix}\dot{Na}^2\\ \dot{K}^2\end{matrix}\right\} \dddot{Si} + 2\dddot{Al}\,\dddot{Si}$$

für dieses Mineral festgestellt. Als solches Thonerde-Natron-Silicat kommt es in Verbindung mit einem Atom Kalkspath als Cancrinit vor, den es im Ilmengebirge begleitet; in dem Litchfield-Granit verbinden sich zwei Atome Elaeolith mit einem Atom Kalkspath und einem Atom kohlensaurem Natron mit zwei Atomen Wasser; oder, gerade die Hälfte des im Cancrinit enthaltenen Kalkspaths ist in dem Mineral von Litchfield durch kohlensaures Natron ersetzt, unter Aufnahme von einem Atom Wasser.

Der Cancrinit (Davyn) gehört, wie der Elaeolith, dem *hexagonalen* Systeme an.

Der Sodalit, der in den beiden vorher erwähnten Localitäten mit Elaeolith und Cancrinit vorkommt, enthält aber nach den meisten mit einander übereinstimmenden Analysen nicht ein Atom Elaeolith nach der neueren Formel, sondern:

$\dot{Na}^3$

$\dot{N}a^3\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\ddot{S}i$,

oder die vor den Untersuchungen von Scheerer aufgenommene Formel, in Verbindung mit einem Atom Chlornatrium. Auch bildet letztere Formel, in Verbindung mit schwefelsaurem Natron, Nosean; mit schwefelsaurem Kalk, Haüyn. Letztere drei Mineralien gehören alle dem *tesseralen* Systeme zu, und sind alle nach den Flächen des Dodecaëders spaltbar. Ob die Verbindung $\dot{N}a^3\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\ddot{S}i$ für sich existirt, ist noch unbestimmt.

Alle die oben erwähnten Mineralien zeigen einige gemeinschaftliche Reactionen.

Sie lösen sich alle in allen Säuren zu einer klaren Flüssigkeit auf. Oxalsäure, Essigsäure und Weinsteinsäure und wahrscheinlich andere organische Säuren haben dieselbe Wirkung wie die starken Mineralsäuren, und lösen das fein gepulverte Mineral zu einer klaren Flüssigkeit auf. Es versteht sich von selbst, dafs, wenn die auflösende Säure eine in der Säure unauflösliche Verbindung mit Kalkerde bildet, so wird die in dem Mineral vorhandene Kalkerde ausgeschieden.

Diese Eigenschaft ist schon früher bei dem Sodalit und auch bei dem Cancrinit theilweise beobachtet worden. Arfwedson sagt bei seiner Analyse des Sodalits (Schweigger's Journal, Bd. 34, S. 211): »Die Analyse wurde dagegen mit reiner Salpetersäure wiederholt, weil das Fossil die Eigenschaft hat, in geschlämmten Pulver von dieser Flüssigkeit aufgelöst zu werden«. Wahrscheinlich hat er sich einer stärkeren Chlorwasserstoffsäure beim Aufschliefsen des Minerals bedient, und daher geglaubt, dafs diese Reaction nur mit Salpetersäure hervorgebracht werden könnte. Mit einer concentrirten Säure gelatiniren alle diese Mineralien, mit Ausnahme des Cancrinits, der sich erst klar auflöst, wie diefs auch schon Hr. Prof. G. Rose bei dem Cancrinit vom Ilmengebirge beobachtet hat [1]), und nachher beim Kochen plötzlich gelatinirt. Einmal vollständig auf-

1) Siehe G. Rose, „Reise nach dem Ural etc.", Bd. II, S. 56.

gelöst, läfst sich die Auflösung leicht filtriren, und beim Abdampfen gelatinirt sie erst nachdem beinahe alles Wasser fortgetrieben ist. Der Davyn zeigt genau dieselbe Reaction wie der Cancrinit bei der Auflösung in Säuren, und es scheint daher sehr wahrscheinlich, dafs dieses Mineral nichts anderes wie Cancrinit sey, wie jetzt wohl von den meisten Mineralogen angenommen wird.

Die Eigenschaft dieser Mineralien, ungeachtet ihres nicht unbedeutenden Kieselsäuregehalts, sich in allen Säuren zu einer klaren Flüssigkeit aufzulösen, halte ich für sehr merkwürdig, und diefs Verhalten scheint für eine Klasse Thonerde-Natron-Silicaten sehr bezeichnend.

Der Gang der Analyse war folgender:

Das feingepulverte und bei 100° sorgfältig getrocknete Mineral wurde in heifser verdünnter Chlorwasserstoffsäure zu einer klaren Flüssigkeit aufgelöst. War das angewandte Material nicht vollkommen rein ausgesucht, so blieb die fremde Substanz zurück, und konnte durch Filtration getrennt werden. Hatte sich bei der Auflösung eine Spur von Kieselsäure ausgeschieden, so wurde der erhaltene Rückstand mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron gekocht, wobei sich alle Kieselsäure auflöste und die fremde unzersetzte Substanz zurückblieb. Die Auflösung wurde darauf in einer grofsen Platinschale auf dem Wasserbade abgedampft, bis die Masse staubig trocken erschien, und die Kieselsäure auf die gewöhnliche Weise getrennt. Die so erhaltene Kieselsäure kann als vollkommen rein angesehen werden, denn mit Flufssäure abgedampft, läfst sie eine kaum wägbare Spur eines Rückstandes. Auf diese Weise erhält man zwar nicht die ganze Menge der in dem Mineral enthaltenen Kieselsäure, denn es bleibt gewöhnlich von 1 bis 5 Procent, die sich theils in dem mit Ammoniak erhaltenen Niederschlage befindet, theils bei der Auflösung der Alkalien zurückbleibt. Wird aber die Hitze bei der Abdampfung über 100° gesteigert, so verbindet sich ein Theil der Kieselsäure mit einem Theil der Thonerde, und die erhaltene Kieselsäure löst sich in kohlensaurem Natron gar nicht auf.

Zu der von der Kieselsäure abfiltrirten Flüssigkeit wird so viel an Ammoniak zugefügt, dafs die Flüssigkeit schwach danach riecht. Wird zu viel Ammoniak zugesetzt, so löst sich mehr oder weniger Thonerde wieder auf, die nachher bei der Behandlung der Alkalien mit Wasser zurückbleibt. Enthält das Mineral Schwefelsäure, so wird diese erst vor dem Fällen mit Ammoniak mit Chlorbarium gefällt, und der Ueberschufs an Baryt mit Schwefelsäure entfernt. Der mit Ammoniak erhaltene Niederschlag wurde getrocknet, geglüht und gewogen, und nachher auf folgende Weise untersucht. Der Niederschlag wird von den Filteraschen getrennt, feingepulvert, noch einmal geglüht und eine gewogene Menge mit concentrirter reiner Schwefelsäure erhitzt, bis er gelatinirt, und darauf mit vielem heifsen Wasser verdünnt und gekocht. Der unaufgelöste flockige Rückstand besteht gröfstentheils aus Kieselsäure, die aber immer, trotz allem Bemühen, ein wenig Thonerde zurückhält. Beide wurden auf die gewöhnliche Weise durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron von einander getrennt.

In der Auflösung der Thonerde in Schwefelsäure wurde die kleine Menge Eisenoxyd durch Kali getrennt, und das Gewicht, mit dem der erhaltenen Kieselsäure, von dem des mit Ammoniak erhaltenen Niederschlags abgezogen.

In der von der Thonerde abfiltrirten Flüssigkeit wurde die Kalkerde mit Oxalsäure und Ammoniak gefällt. Die erhaltene kohlensaure Kalkerde löst sich in Säuren auf, ohne den kleinsten Rückstand zurückzulassen.

Die von der Kalkerde abfiltrirte Flüssigkeit wurde in einer Platinschale abgedampft, und die ammoniakalischen Salze durch Erhitzen bis zum schwachen Glühen fortgejagt. Darauf wurde der Rückstand in wenig Wasser aufgelöst, in einem tarirten Tiegel abgedampft, und, je nachdem die Alkalien als schwefelsaure Salze oder als Chloride vorhanden waren, zum schwachen Glühen erhitzt, oder unter Zusatz von kohlensaurem Ammoniak so lange geglüht, bis das Gewicht constant blieb. Darauf wurde die gewogene Masse in heifsem Wasser aufgelöst und das Zurückblei-

bende abfiltrirt, ausgesüfst, geglüht und gewogen, nachher mit kohlensaurem Natron geschmolzen und wie ein gewöhnliches Silicat analysirt. Dieser Rückstand ist zuweilen sehr unbedeutend, und darf ohne merklichen Fehler als Kieselsäure angenommen werden. Zuweilen bleiben ziemlich grofse Mengen Thonerde oder Manganoxyd zurück, die in einer genauen Analyse durchaus nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Kali und Natron wurden auf die gewöhnliche Weise von einander getrennt, und das Natron als Chlornatrium bestimmt. Die von dem Kaliumplatinchlorid abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit vielem Wasser verdünnt, in einer kleinen Platinschale abgedampft und unter Zusatz von einigen Krystallen Oxalsäure geglüht. Nach Abfiltriren des reducirten Platins wurde das Filtrat abgedampft und als Chlornatrium gewogen. Die Methode mit Schwefelwasserstoff ist mir nie gelungen, denn ich habe auf keine Weise alles Platin mit Schwefelwasserstoff ausfällen können.

Analyse des Sodalits aus Litchfield.

Der Sodalit ist in kleinen krystallinischen Massen in Elaeolith eingewachsen. Vollkommen spaltbar. Durchscheinend. Farbe: schön saphyrblau.

Vor dem Löthrohr verliert er augenblicklich seine Farbe und wird durchscheinend; stärker erhitzt, schmilzt er unter starkem Aufschäumen zu einem farblosen blasigen Glase. Verhält sich übrigens gerade wie der Sodalit vom Ilmengebirge, dem er überhaupt vollkommen ähnelt.

Er löst sich mit der gröfsten Leichtigkeit in allen Säuren zu einer klaren Flüssigkeit auf; enthält keine Spur von Schwefel.

Es wurden zwei Analysen gemacht, zu I wurde das Mineral in Salpetersäure aufgelöst, um das Chlor zu bestimmen; zu II wurden 2,1725 Grm. in Salzsäure aufgelöst.

	I.	II.	Berechnet.
Kieselsäure	37,30	37,63	37,60
Thonerde	32,88	30,93	31,57
Eisenoxyd		1,08	
Natron	23,86	25,48	25,47
Kali	59		
Chlor	6,97		7,21.

Die Analysen stimmen mit der von v. Kobell aufgestellten Formel

$$\dot{Na}^3 \dddot{Si} + 3 \dddot{Al} \dddot{Si} + Na\,Cl$$

sehr gut überein.

Das Mineral verdankt seine schöne blaue Farbe vielleicht einer Verbindung von Eisensäure. Wird das Eisen als Eisenoxyd betrachtet, so hat man einen kleinen Ueberschuſs an $\dddot{R}$ in beiden Analysen. Daſs diese blaue Farbe von einer organischen Substanz herrühre, wie man vermuthet hat, scheint kaum möglich in einem im Granit sitzenden Minerale.

Analyse des Noseans vom Laacher See.

Die merkwürdige Eigenschaft des Sodalits, von den organischen Säuren sowohl, wie von den starken Mineralsäuren zu einer klaren Flüssigkeit aufgelöst zu werden, führte mich zu einer weiteren Untersuchung der Silicate, die Schwefelsäure enthalten, bei denen sich dieselbe Eigenschaft zeigte. Die mit einander sehr wenig übereinstimmenden Analysen von Bergmann und Varrentrapp lassen keine wahrscheinliche Formel construiren; doch macht Berzelius [1]) darauf aufmerksam, daſs bei dem Haüyn und Nosean vielleicht dieselbe Art von Verbindung stattfindet, wie bei dem Sodalit und Cancrinit, in welchen sich kieselsaures Thonerde-Natron nach basischen Sättigungsgraden mit einem Salze von einem anderen elektronegativen Körper, nämlich mit einem Chlorür oder einem Carbonat verbunden hat. Auch bemerkt er, daſs wenn solche Ver-

1) Rammelsberg, Wörterbuch, Suppl. 1, S. 68.

bindungen in mehreren Verhältnissen stattfinden können, so können sie auch in zufälligen relativen Quantitäten mit einander vermischt vorkommen, und dadurch die Ungleichheit in den Resultaten erklärt werden. Es ist klar, daſs man aus diesen nicht eher eine Formel ableiten kann, als bis man zufällig eine oder zwei unvermischte Verbindungen getroffen hat, die eine wahrscheinliche Formel geben. Durch die Güte des Hrn. Krantz kam ich in Besitz einiger sehr schönen Stücke Nosean und Hauyn aus Niedermendig und dem Albanergebirge, die ich einer chemischen Untersuchung unterwarf, indem ich nichts vernachlässigte, was bei der Schwierigkeit der Trennung der Thonerde von der Kieselsäure in dieser Art Verbindungen auf die Genauigkeit der Resultate Einfluſs haben konnte.

Der Nosean, den ich untersuchte, ist der den Mineralogen bekannte vom Laacher See.

Vor dem Löthrohr wird er lichter, und schmilzt an den Kanten zu einem blasigen Glase.

Löst sich in allen Säuren auf, ohne dabei Schwefelwasserstoff zu entwickeln.

Es wurden zwei Analysen ausgeführt, wobei das Mineral in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst wurde.

Die Resultate auf Hundert berechnet gaben:

	I.	II.	Sauerstoff.
Kieselsäure	36,52	36,53	18,96
Thonerde	29,54	29,42	13,79
Eisenoxyd	44		0,13
Kalkerde	1,09	1,62	0,30
Natron	23,12	22,97	5,91
Chlor	61	61	
Glühverlust	1,37	1,37	
Schwefelsäure	7,66	7,13	4,58
	100,34	99,65	

Besondere Versuche gaben die Menge des Chlors und den Glühverlust an.

Da der Sauerstoff von $\dot{S}$, $\dot{R}$, $\dot{\ddot{R}}$ und $\dot{S}i$ sich wie 3 : 4 : 9 : 12 verhält, so kann man folgende Formel

$$Na^3\dot{S}i + 3\dot{A}l\dot{S}i + Na\dot{S}$$

aufstellen.

Diese Formel erfordert:

Kieselsäure	36,70
Thonerde	30,58
Natron	24,75
Schwefelsäure	7,95
	99,98.

Ein kleiner Theil des Natrons ist durch Kalkerde ersetzt, auch ist eine kleine Menge Chlor vorhanden, das, in Verbindung mit dem Thonerde-Natron-Silicate als Sodalit, die kleine fehlende Menge der Schwefelsäure vertritt.

Analyse des Haüyn's vom Albanergebirge und von Niedermendig.

Haüyn vom Albanergebirge.

Der Haüyn vom Albanergebirge ist in kleinen Drusen mit Vesuvian vermischt in einer aus feinen Glimmerschuppen bestehenden Masse. Die klare, homogene, schön grünlichblaue Farbe des Haüyn aus dieser Localität läfst einen ziemlich hohen Grad von Reinheit in diesem Mineral vermuthen.

In dem Kolben erhitzt, decrepitirt er heftig, bekommt allmälig eine hellere, mehr grünliche Farbe, und giebt eine Spur Wasser. In der Platinzange schmilzt er bei einer ziemlich starken Hitze zu einem blaugrünlichen blasigen Glase.

Bei dem Auflösen entwickelte sich ein kaum wahrnehmbarer Geruch nach Schwefelwasserstoff.

Wegen Mangel an Material konnte nur eine Analyse des Albaner Haüyns gemacht werden, wobei 1,1563 Grm. in Salzsäure aufgelöst wurden. Diese gab, auf Hundert berechnet:

		Sauerstoff.
Kieselsäure	32,44	16,856
Thonerde und wenig Ḣ	27,75	12,960
Kalkerde	9,96	2,831
Natron	14,24	4,050
Kali	2,40	
Schwefelsäure	12,98	7,770
	99,77.	

Die Thonerde enthielt eine Spur Eisenoxyd, das wahrscheinlich in dem Mineral als Eisen mit Schwefel verbunden war.

Von Chlor waren kaum wägbare Spuren vorhanden.

Der Sauerstoff von Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde, Natron mit Kali und Schwefelsäure verhält sich ziemlich nahe wie 12 : 9 : 2 : 3 : 6.

Man kann also die Formel

$$\dot{N}a^3\,\ddot{S}i + 3\,\dot{\ddot{A}}l\,\ddot{S}i + 2\,\dot{C}a\,\ddot{S}$$

aufstellen; sie verlangt:

Kieselsäure	32,47
Thonerde	27,09
Natron	16,44
Kalkerde	9,89
Schwefelsäure	14,09
	99,98.

Haüyn von Niedermendig.

Zwei Analysen des Haüyns von Niedermendig geben Resultate, die ziemlich mit den von Varrentrapp früher erhaltenen übereinstimmen. Sie lassen keine einfache Formel construiren.

Die Resultate auf Hundert berechnet geben:

	I.	II.
Kieselsäure	33,90	34,83
Thonerde	28,07	28,51
Eisenoxyd		31
Kalkerde	7,50	7,23
Natron	19,28	18,57
Schwefelsäure	12,01	12,13
	100,76	101,58.

Spuren von Chlor waren auch vorhanden. Das Eisen ist wahrscheinlich als Schwefeleisen in dem Minerale enthalten, denn bei dem Auflösen in Chlorwasserstoffsäure wurde ein sehr schwacher Geruch nach Schwefelwasserstoff wahrgenommen.

Man hat für den Haüyn von Niedermendig mehrere von einander sehr verschiedene Ausdrücke zusammengestellt, die aber mit den gefundenen Resultaten nicht sehr gut übereinstimmen, und die auch kaum als wahrscheinlich angenommen werden dürfen. Der Haüyn vom Albanergebirge, der sich durch seine krystallinische Beschaffenheit, homogene Farbe und Durchsichtigkeit auszeichnet, darf wohl als reiner angesehen werden wie der von Niedermendig, dessen Farbe zwischen der aschgrauen des Noseans und der grünlichblauen des Haüyns vom Albanergebirge schwankt. Nimmt man die Zusammensetzung des letzteren als die des reinen Minerals, so ergiebt sich, dafs der Nosean sich von dem Haüyn unterscheidet, indem der erstere ein Atom $\dot{R}\ddot{S}$ in Verbindung mit dem, beiden gemeinschaftlichen Gliede $\dot{Na}^3\dddot{Si} + 3\ddot{Al}\dddot{Si}$ enthält, in dem der Haüyn $2\dot{R}\ddot{S}$ erfordert, um seine Zusammensetzung auszudrücken.

Der Haüyn von Niedermendig hat aber etwas mehr Kieselsäure wie die Formel des Haüyns vom Albanergebirge verlangt, doch etwas weniger Thonerde und Schwefelsäure, wohl aber ziemlich dieselbe Menge der Basen $\dot{R}$. Also sieht man augenblicklich, dafs der Haüyn von Niedermendig etwas Nosean enthalten mufs.

In der That, berechnet man die procentische Zusam-

mensetzung eines Gemisches aus 2 Atomen Haüyn und 1 Atom Nosean, nach den früher gegebenen Formeln, so hat man:

Kieselerde	33,58
Thonerde	28,50
Natron	18,94
Kalkerde	6,82
Schwefelsäure	12,14.

Der Ausdruck:

$$2(\dot{N}a^3\dddot{S}i + 3\dddot{A}l\dddot{S}i + 2Ca\ddot{S})$$
$$\dot{N}a^3\dddot{S}i + 3Al\dddot{S}i + Na\ddot{S}$$

also scheint am besten mit den Analysen des Haüyn von Niedermendig zu passen, und wird vielleicht als nicht sehr wahrscheinlich angesehen werden.

Der Nosean und der Haüyn von Niedermendig enthalten auch etwas Sodalit, doch in sehr wechselnder Menge. Der Haüyn vom Albanergebirge enthält kaum eine Spur von Chlor.

Die blaue Färbung des Haüyns scheint aber aus einer ganz anderen Ursache herzurühren, wie die der Sodalite. Die Farbe des Sodalits ist schön saphyrblau, verschwindet aber bei einer verhältnifsmäfsig sehr niedrigen Temperatur, indem die Probe ihre Durchsichtigkeit behält; der Haüyn vom Albanergebirge läfst sich glühen, ohne dafs seine Farbe merklich verändert wird. Erst beim Schmelzen wird sie lichter, indem das Mineral ein schwach grünliches Glas giebt.

Anhang.

Ittnerit.

Der Ittnerit gehört zu dieser Klasse von Mineralien in sofern er Schwefelsäure und Chlor enthält, doch löst er sich nur in starken Säuren auf, wobei die Kieselsäure sich als Gallerte abscheidet.

Meine Resultate stimmen ziemlich mit den von Gmelin früher erhaltenen überein, und lassen keine mit den anderen übereinstimmende Formel aufstellen.

Kieselerde	35,69
Thonerde mit wenig Ḣ	29,14
Kalkerde	5,64
Natron	12,57
Kali	1,20
Schwefelsäure	4,62
Chlor	1,25
Verlust (Wasser)	9,83
	100,00.

Stellt man die Formel der Mineralien, die $\dot{Na}^3\dddot{Si}+\ddot{Al}\dddot{Si}$ enthalten, neben einander, so hat man folgende Uebersicht:

$\dot{Na}^3\dddot{Si}+3\ddot{Al}\dddot{Si}$, die früher für den Elaeolith angenommene Formel;

$\dot{Na}^3\dddot{Si}+3\ddot{Al}\dddot{Si}+\dot{Na}\dot{Cl}$, Sodalit;

$\dot{Na}^3\dddot{Si}+3\ddot{Al}\dddot{Si}+\dot{Na}\ddot{S}$, Nosean;

$\dot{Na}^3\dddot{Si}+3\ddot{Al}\dddot{Si}+2\dot{Ca}\ddot{S}$, Haüyn vom Albanergebirge;

$\left.\begin{array}{l}\dot{Na}^3\dddot{Si}+3\ddot{Al}\dddot{Si}+\dot{Na}\ddot{S}\\ 2(\dot{Na}^3\dddot{Si}+3\ddot{Al}\dddot{Si}+2\dot{Ca}\ddot{S})\end{array}\right\}$ Haüyn von Niedermendig

Analyse des Cancrinits aus Litchfield, Maine.

Hexagonal; nach den Flächen eines regulären sechsseitigen Prisma sehr vollkommen spaltbar.

Zwei Abänderungen dieses Minerals kommen neben einander vor.

A. In krystallinischen Massen und körnigen Aggregaten.

Härte 5,5 bis 6; specifisches Gewicht in kleinen Stücken 2,448; citronen- bis schwefelgelb; Glasglanz auf den Spaltungsflächen, aufserdem in den Fettglanz geneigt. Durchsichtig bis durchscheinend.

Im Kolben erhitzt, giebt das Mineral Wasser, und verliert augenblicklich seine Farbe; wird erst in der Glühhitze weifs und undurchsichtig, indem die ganze Menge der Kohlensäure leicht ausgetrieben wird.

In der Zange schmilzt es unter starkem Aufschäumen leicht zu einem farblosen durchsichtigen, blasigen Glase. Mit Soda schmilzt es unter Aufschäumen zu einer undurchsichtigen Perle, die von Mangan gefärbt ist. Borax löst es in grofser Menge zu einem klaren farblosen Glase auf. Mit dem Phosphorsalze giebt es eine klare Perle, die beim Erkalten milchicht wird. Mit der Kobaltauflösung wird es sehr schön blau.

Es wird von allen Säuren unter starkem Brausen zu einer klaren Flüssigkeit aufgelöst, doch mufs die Säure nicht zu concentrirt seyn; in ziemlich concentrirter Chlorwasserstoffsäure löst es sich erst klar auf, und gelatinirt plötzlich, wenn man die Auflösung einen Augenblick kocht. Oxalsäure löst es eben so gut auf, indem die ganze Menge der Kalkerde sich als oxalsaure Kalkerde ausscheidet. Essigsäure und Bernsteinsäure lösen das feingepülverte Mineral eben so schnell wie die starken Mineralsäuren auf.

Bei der Analyse der durchsichtigen, citronengelben Abänderung wurden folgende Zahlen erhalten:

	I.	II.	III.
Kieselsäure	37,42	37,89	37,84
Thonerde	27,70	27,39	28,26
Manganoxyd	86	64	
Eisenoxyd	Spur		
Kalkerde	3,91	3,88	3,82
Natron	20,98	21,24	20,94
Kali	67		
Chlor	Spur		
Kohlensäure und Wasser	8,77	8,77	8,77
	100,41	99,81	99,53.

Durch den Glühverlust wurde die Gesammtmenge der Kohlensäure und des Wassers bestimmt, denn in der Glühhitze wird durch die Gegenwart von der Kieselsäure und Thonerde jede Spur von Kohlensäure ausgetrieben.

Die genausten Versuche, um die Menge der Kohlensäure für sich durch den Verlust bei dem Auflösen in ei-

ner Säure zu bestimmen, gaben 5,93 und 5,96 Procent. Ein weniger genauer Versuch in einem anderen Apparate gab 6,30 Procent.

Zieht man 5,95 Kohlensäure, als Mittel der zwei genannten Versuche, von dem Glühverluste ab, so hat man die Menge des Wassers gleich 2,82 Proc. Berechnet man es aus dem Verluste in den Analysen, so ergiebt sich das Wasser gleich 2,50, 3,00 und 3,12 Procent.

Die Menge des Chlors ist zwar zu klein, um ganz genau bestimmt zu werden, ein besonderer Versuch gab aber ungefähr 0,04 Procent.

Um die Schwierigkeit der Trennung der Kieselsäure in dieser Art Verbindungen zu zeigen, bemerke ich, dafs bei der Analyse dieses Minerals, wo die Kieselsäure auf dem Wasserbade getrocknet wurde, die durch Befeuchten der staubig-trockenen Masse mit Chlorwasserstoffsäure und Behandlung mit Wasser erhaltenen Kieselerde zwischen 34 und 36 Proc. schwankte. In einer Analyse, wo die Kieselsäure nach Trocknem auf dem Wasserbade, über der Berzelius'schen Lampe, doch nicht zum schwachen Glühen, erhitzt wurde, betrug ihre Menge über 40 Proc. Die auf diese Weise erhaltene Kieselsäure löste sich aber gar nicht in kohlensaurem Natron, und enthielt eine bedeutende Menge Thonerde und Natron.

Um die Menge des Chlors bei der Analyse zu bestimmen, wo das Mineral in Salpetersäure aufgelöst wurde, hatte die erhaltene Kieselsäure ein eigenthümliches Aussehen. Sie war nämlich ganz durchsichtig und sah fast wie kleine Quarzstücke aus, hatte dabei das gewöhnliche specifische Gewicht von der chemischen Kieselerde, nämlich 2,20.

B. Analyse der grünlichen Abänderung.

In säulenförmigen stängligen Aggregaten, sehr vollkommen spaltbar; auf den Spaltungsflächen Glas- in Fettglanz übergehend; Härte 5 bis 5,5; specifisches Gewicht 2,461; gelblichgrün bis spargelgrün, durchscheinend, in sehr dünnen Stücken fast durchsichtig.

Diese Abänderung verhält sich sonst gerade wie die früher beschriebene.

Die Resultate der Analysen auf Hundert berechnet, gaben:

Kieselsäure	37,20
Thonerde	27,59
Manganoxyd, und Eisenoxyd	27
Kalkerde	5,26
Natron	20,46
Kali	50
Chlor	Spur
Glühverlust	9,20
	100,48.

Die Menge der Kohlensäure wurde gleich 5,92 gefunden.

Die grüne Abänderung unterscheidet sich daher von der gelben, indem sie ungefähr 1 Proc. mehr Kalkerde und verhältnifsmäfsig weniger Natron enthält.

Da in dem gelben durchsichtigen Minerale der Sauerstoff von Kalkerde, Kohlensäure, Natron, Thonerde und Kieselsäure sich wie 1 : 2 : 5 : 12 : 18 verhält, so kann man die Zusammensetzung folgenderweise ausdrücken:

$$2(\dot{N}a^2\dddot{S}i + 2\dot{A}l\dddot{S}i) + \dot{N}a\ddot{C} + \dot{C}a\ddot{C},$$

oder 1 Atom wasserfreien Gay-Lussit mit zwei Atomen Elaeolith, wenn man das Wasser als unwesentlich betrachtet. Da aber in dem sorgfältig getrockneten Minerale die Menge des Wassers etwa 2,82 Proc. beträgt, und in den verschiedenen Analysen ein ziemlich constanter Verlust von 2,50 bis 3,00 Proc. stattfindet, so mufs man annehmen, dafs es als chemisch verbundenes Wasser in dem Minerale vorhanden ist.

Berechnet man daher die Formel:

$$2(\dot{N}a^2\dddot{S}i + 2\dot{A}l\dddot{S}i) + \dot{N}a\ddot{C} + \dot{C}a\ddot{C} + 2\dot{H},$$

so hat man folgende procentische Zusammensetzung, die genau mit den Analysen der gelben Abänderung übereinstimmt:

Kieselsäure	38,00
Thonerde	28,18
Natron	21,44
Kalkerde	3,86
Kohlensäure	6,03
Wasser	2,46.

Man kann diese Formel auch

$$\dot{Na}^2\,\ddot{Si} + 2\ddot{Al}\ddot{Si} + \left.\begin{matrix}\dot{Na}^{\frac{1}{2}}\\ \dot{Ca}^{\frac{1}{2}}\end{matrix}\right\} \ddot{C} + \dot{H}$$

schreiben, indem man das Mineral als ein Cancrinit betrachtet, in dem genau die Hälfte des Kalkspaths durch kohlensaures Natron ersetzt wird, unter Aufnahme von einem Atom Wasser.

Folgende Zusammenstellung zeigt das Verhältnifs der bisher bekannten Silicate, die Kohlensäure enthalten:

$\dot{Na}^2\,\ddot{Si} + 2\ddot{Al}\ddot{Si} + \dot{Ca}\,\ddot{C}$, Cancrinit.

$\left.\begin{matrix}\dot{Na}^2\\ \dot{Ca}^2\end{matrix}\right\} \ddot{Si} + 2\ddot{Al}\ddot{Si} + \dot{Ca}\,\ddot{C}$, Stroganowit (Herrmann).

$\dot{Na}^2\,\ddot{Si} + 2\ddot{Al}\ddot{Si} + \left.\begin{matrix}\frac{1}{2}\dot{Na}\\ \frac{1}{2}\dot{Ca}\end{matrix}\right\} \ddot{C} + \dot{H}$, Cancrinit von Litchfield.

Von dem Stroganowit habe ich nie etwas gesehen; auch Davyn, der wahrscheinlich in diese Reihe gehört, habe ich nicht in hinreichend grofser Menge bekommen können, um eine genaue Analyse davon auszuführen.

XII. *Ueber die Zersetzung des Wassers durch bloſse Hitze; von Hrn. Grove.*

(Aus einem Briefe an Hrn. Louyet in Brüssel. *Ann. de chim. et de phys., T. XIX, p.* 253.)

— Meine Abhandlung über die Zersetzung des Wassers durch Hitze ist noch nicht veröffentlicht; sobald sie es seyn wird, werde ich Ihnen ein Exemplar übersenden. Der Ver-

such kann auf mehrfache Weise gemacht werden, am einfachsten auf folgende:

Man schmelze vor dem Knallgasgebläse einen dicken Platindraht, bis sich an seinem Ende eine Kugel von der Gröfse einer kleinen Erbse oder eines Pfefferkorns gebildet hat. Hierauf bringe man destillirtes Wasser zum Sieden und lasse es unter der Luftpumpe erkalten, um es möglichst von Luft zu befreien. Man erwärme diefs Wasser bis 93° C., fülle damit eine unten geschlossene Röhre, und kehre diese in einer mit demselben luftfreien Wasser gefüllten Platinschale um. Mittelst einer unter die Schale gestellten Weingeistlampe erhalte man das Wasser auf obiger Temperatur. Hierauf tauche man die kleine Platinkugel in den Docht eines Knallgasgebläses, erhitze sie bis sie schmelzen will, und bringe sie nun rasch unter die Röhre. Sogleich entwickelt sich ein permanentes Gas und steigt in die Röhre. Es ist ein Gemenge von Sauerstoff und Wasserstoff, nebst etwas atmosphärischer Luft oder Stickgas aus dem Wasser. Fig. 9, Taf. II, stellt die Platinkugel in natürlicher Gröfse dar, so wie ihre Gebrauchsweise.

Leitet man ferner Wasserdampf durch ein enges recht glühendes Platinrohr, so erhält man einen Strom von Knallgas. Dasselbe erfolgt, wenn man die Platinkugel durch einen elektrischen Strom weifsglühend macht. Das natürliche Osmium-Iridium, welches im Platinerz vorkommt, wirkt fast wie das Platin selbst, und eben so wirkt, so weit ich urtheilen kann, jede im Wasser unveränderliche Substanz.

Wird ein Eisendraht durch eine Batterie in Wasserdampf erhitzt, so zersetzt sich ein Theil davon, und entfernt man das Bläschen des Gasgemenges, so kann ein anderer Theil des Dampfs zersetzt werden und so fort. Dieselben Resultate erhält man, wenn man einen elektrischen Funken zwischen Platinspitzen in Wasserdampf überschlagen läfst. Mittelst eines neuen, aber einfachen Apparats kann ich durch einen Eisendraht, der durch Elektricität in Wasserdampf zum Glühen gebracht worden ist, einen Strom von Knallgas hervorbringen.

XIII. *Ueber die Untersuchung der Asche organischer Körper; von Heinrich Rose.*

In neueren Zeiten hat man, besonders durch Liebig's Anregungen, mehr Aufmerksamkeit als früher auf die Untersuchung der Asche von Pflanzen und von animalischen Substanzen verwandt. Wir besitzen jetzt schon eine sehr grofse Menge von quantitativen Analysen solcher Aschen, durch welche unsere Kenntnisse von der chemischen Zusammensetzung der unorganischen Bestandtheile in den organischen Substanzen sehr erweitert werden können.

Es ist indessen oft leicht möglich unrichtige Schlüsse von den Resultaten der erhaltenen Aschenanalysen, so wie diese bis jetzt angestellt worden sind, auf die Bestandtheile im unzerstörten organischen Körper zu ziehen.

Ich mufs zuerst diese Bemerkung beim Durchlesen einer Abhandlung von Hrn. Enderlin machen [1]), der in der Asche des Blutes nur phosphorsaures Natron ($3\dot{N}a+\dddot{P}$) phosphorsaure Kalkerde und Talkerde, Eisenoxyd und phosphorsaures Eisenoxyd, schwefelsaures Natron, schwefelsaure Kalkerde, Chlornatrium und Chlorkalium, aber keine kohlensaure Alkalien fand. Er schlofs aus den gefundenen Resultaten auf die vollständige Abwesenheit von kohlensauren Alkalien und von alkalischen Salzen mit organischen Säuren im Blute.

Es leuchtet indessen ein, dafs diese Schlüsse in sofern trügerisch seyn können, als bei starker Hitze das gewöhnliche phosphorsaure Natron ($2\dot{N}a+\dot{H}+\dddot{P}$) aus kohlensaurem Natron die Kohlensäure austreiben und basisch phosphorsaures Natron bilden kann.

Diese Bemerkung hinsichtlich der Schlüsse, welche Hr. Enderlin aus seinen Untersuchungen gezogen hat, ist schon

1) Annal. der Chemie und Pharmacie, Bd. 49, S. 317 und Bd. 50, S. 53.

von Mehreren gemacht worden. Marchand [1]) hat Enderlin zu widerlegen gesucht; Berzelius macht in seinem neuesten Jahresberichte ebenfalls darauf aufmerksam, und Golding Bird [2]) hat das basisch phosphorsaure Natron ($3\dot{N}a + \dddot{P}$) durch Behandlung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron ($2\dot{N}a + \dot{H} + \dddot{P}$) mit essigsaurem Natron bei Rothglühhitze dargestellt.

Ich habe die Asche des Blutes (Ochsenblut) ebenfalls einer Untersuchung unterworfen, aber bei einem modificirten Verfahren andere Resultate als Hr. Enderlin erhalten.

Ich setzte das Blut in einem bedeckten Platintiegel einer sehr schwachen Rothglühhitze aus. Die erkaltete Masse wurde mit Wasser ausgezogen; der Auszug war vollkommen farblos. Zur Trocknifs abgedampft bestand er aus alkalischen Chlormetallen und kohlensauren Alkalien, mit sehr geringen Mengen von schwefelsauren und phosphorsauren Alkalien.

Die mit Wasser ausgezogene Kohle wurde darauf der Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure unterworfen. Die filtrirte Auflösung gab mit Ammoniak keinen sehr bedeutenden eisenoxydhaltigen Niederschlag; obgleich er wie fast reines Eisenoxydhydrat aussah, so enthielt er doch etwas Phosphorsäure, so wie Kalkerde und Magnesia. In der filtrirten Auflösung erhielt ich durch oxalsaures Ammoniak eine nicht ganz unbedeutende Fällung von oxalsaurer Kalkerde, woraus sich ein Gehalt von kohlensaurer Kalkerde im verkohlten Blute ergiebt, und in der davon getrennten Flüssigkeit war noch eine sehr geringe Menge von Magnesia enthalten.

Die mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure behandelte Kohle gab eine sehr bedeutende Menge von rothgefärbter Asche, als sie in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas verbrannt wurde. Sie war in einem halb geschmolzenen Zustand, und enthielt aufser Eisenoxyd, welches den Haupt-

1) Journ. für pract. Chemie, Bd. 37, S. 321.

2) *Philos. Magaz., Vol. XXVI, p.* 532.

bestandtheil derselben ausmachte, noch phosphorsaure Erden und Alkalien [1]).

Untersucht man nach dem mitgetheilten Verfahren die feuerbeständigen Bestandtheile in den Vegetabilien, so erhält man oft ganz andere Resultate, als die Aschen-Analysen ergeben, die bis jetzt gemacht worden sind.

Die Asche der Erbsen ist von Fresenius und Will, von Bichon, Thon und Boussingault [2]) untersucht worden. Keiner von ihnen giebt in derselben Kohlensäure an.

Nach den Untersuchungen, welche die HH. Dr. Gibbs und Bromeis in meinem Laboratorium angestellt haben, beträgt der Gehalt an Kohlensäure in den Salzen, welche durch Wasser aus den verkohlten Erbsen ausgezogen werden, etwas über 27 Procent. Offenbar ist bei der früheren Methode der Einäscherung die Kohlensäure gänzlich verjagt worden. Phosphorsäure ist nur in geringer Menge in dem wäfsrigen Auszug der verkohlten Erbsen zu finden.

Werden die verkohlten Erbsen, nachdem sie durch Wasser ausgezogen worden sind, mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, so erhält man in der Auflösung eine, wiewohl nicht sehr beträchtliche Fällung von phosphorsauren Erdsalzen.

Aeschert man darauf die mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpften verkohlten Erbsen in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas vollständig ein, so erhält man eine sehr bedeutende Menge von Asche, die vorzüglich aus phosphorsauren Erdsalzen und Alkalien besteht.

Dafs die Art der Einäscherung der organischen Substanzen auf die Zusammensetzung der Asche einen grofsen Einfluss hat, ist schon von mehreren Chemikern bemerkt worden, namentlich von Erdmann [3]). Er zeigte, dafs saure

1) Nachdem diese Bemerkungen schon niedergeschrieben waren, ersah ich, dafs Lehmann auf einem anderen Wege auch kohlensaures Alkali aus dem Blute dargestellt hat. (Pharm. Centralblatt vom 3. Febr. 1847.)

2) Journal für practische Chemie, Bd. 38, S. 22,

3) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 54, S. 353.

Phosphate, welche weifse Fällungen mit salpetersaurer Silberoxydauflösung gaben, durch das Glühen mit Kohle einen bedeutenden Theil der Phosphorsäure verlieren, und dann die Silberoxydauflösung gelb fällen; er bemerkte ferner, dafs Chlor und Schwefelsäure in sehr verschiedenen Mengen in den Aschen enthalten seyn können, je nach der Art der Einäscherung, und dafs Chlor in manchen Saamenaschen gar nicht gefunden werde, während der wäfsrige Auszug des Saamens merkliche Mengen von Chlornatrium enthält. — Auch Mitscherlich [1]) hat auf viele Umstände aufmerksam gemacht, durch welche bei der Einäscherung der organischen Substanzen die Asche derselben zersetzt und verunreinigt werden kann.

Die Art und Weise der Bestimmung der feuerbeständigen Bestandtheile in einer organischen Substanz, wie ich sie oben auseinandergesetzt habe, erscheint mir zweckmäfsiger, wenigstens rationeller, als die gewöhnlichen Methoden der Einäscherung. Man kann dagegen einwenden, dafs sie zeitraubender ist, als eine Analyse einer auf gewöhnliche Weise erhaltenen Asche; aber man erhält durch sie nicht nur weit richtigere Resultate, sondern es können durch dieselbe auch manche Fragen beantwortet werden, die man hinsichtlich der Art und Weise aufwerfen kann, wie oder in welchen Verbindungen die in der Asche gefundenen Bestandtheile in der organischen Substanz enthalten waren.

Nach der Methode, die ich hiemit vorschlage, verkohlt man die organische Substanz bei sehr gelinder Rothglühhitze, so dafs nach dem Erkalten das Wasser, womit die verkohlte Masse behandelt wird, sich nicht gelblich oder bräunlich färbt. Bei dieser Temperatur, welche in der behandelten Substanz durch die Verflüchtigung so vieler Stoffe niedriger ist, als man vielleicht aus der angewandten Erhitzung schliefsen mag, werden weder die alkalischen Chlormetalle verflüchtigt, noch kann aus ihnen das Chlor als Chlorwasserstoff durch saure phosphorsaure Salze verjagt werden. Die phosphorsauren Alkalien und Erden können nicht Kohlensäure aus den in der organischen Substanz vor

1) Monatsbericht der Berliner Academie, 1845, S. 236.

andenen oder durch die Verkohlung gebildeten kohlensau-
en Alkalien austreiben; eben so wenig kann Phosphorsäure
us ihren Verbindungen durch Kieselsäure verjagt, durch
ohle reducirt und als Phosphor verflüchtigt werden.

Die Verkohlung geschieht entweder in einem geräumi-
en bedeckten Platintiegel über der Spirituslampe, oder in
nem geräumigen bedeckten Thontiegel bei gröfseren Men-
en der organischen Substanz, besonders wenn dieselbe
cht schmilzt. Wenn man keinen bedeutenden empyreu-
atischen Geruch mehr bemerkt, hört man mit der Er-
tzung auf, und behandelt die erkaltete Masse mit Wasser.

Man läfst das Wasser einige Zeit in Berührung mit der
erkohlten Substanz, und befördert durch Erhitzung die Auf-
ösung der auflöslichen Salze. Das Aussüfsen erfordert sehr
iel Zeit und viel heifses Wasser. Wenn aber die Unter-
uchung nicht den höchsten Grad der Genauigkeit erreichen
oll, so unterbricht man das Aussüfsen, wenn mehrere Tro-
fen des Waschwassers nur einen fast nicht sichtbaren Rück-
tand beim Abdampfen auf Platinblech hinterlassen. Die-
er Punkt ist nach nicht sehr langer Zeit erreicht.

In dem wäfsrigen Auszuge befinden sich die alkalischen
alze. Die alkalischen Chlormetalle sind als solche in der
rganischen Substanz vor der Verkohlung enthalten gewe-
en, eben so wie wenigstens zum Theil die schwefelsauren
nd die phosphorsauren Alkalien. Findet man, wie in den
äufigsten Fällen, kohlensaures Alkali in dem wäfsrigen Aus-
uge der verkohlten Masse, so präexistirte dieses entweder
n der organischen Substanz, oder das Alkali war in der-
elben an eine organische Säure, oder an einen andern or-
anischen Körper gebunden, der gegen Alkali die Rolle ei-
er Säure spielt.

Ist in der organischen Substanz schwefelsaure Kalkerde
orhanden gewesen, so ist dieselbe durch Gegenwart einer
inreichenden Menge von kohlensauren Alkalien in der ver-
ohlten Masse bei der Behandlung derselben mit Wasser in
chwefelsaures Alkali und in kohlensaure Kalkerde verwan-
elt worden.

Eben so ist bei Gegenwart von phosphorsaurer Kalk-

erde in der verkohlten Masse durch die kohlensauren Alkalien derselben eine gewisse Menge von phosphorsaurem Alkalien in dem wäfsrigen Auszug gebildet worden. Kohlensaures Alkali und phosphorsaure Kalkerde zersetzen sich selbst durch's Schmelzen bei sehr erhöhten Temperaturen nicht vollständig. Eben so ist die gegenseitige Zerlegung bei Gegenwart von vielem Wasser nur unvollständig, und man erhält in dem wäfsrigen Auszuge um so mehr phosphorsaures Alkali, je concentrirter die Auflösung ist, je mehr kohlensaures Alkali sich darin findet, und je länger die Digestion der verkohlten Masse bei erhöhter Temperatur stattgefunden hat.

Man wird indessen schwefelsaures und phosphorsaures Alkali in weit kleineren Mengen in dem wäfsrigen Auszug der verkohlten Masse finden, als man es aus den bisher bekannten Aschen-Analysen vermuthen sollte. Oft sind beide, und namentlich letzteres nur vorhanden, wenn bei der Verkohlung eine zu starke Hitze angewandt worden ist.

Es ergiebt sich aber hieraus, dafs die Beschaffenheit der Salze im wäfsrigen Auszuge je nach der Temperatur bei der Verkohlung und dem längeren oder kürzeren Digeriren der Masse mit Wasser etwas verschieden ausfallen kann. Wenn die Verkohlung bei einer zu grofsen Temperatur geschah, so kann der gröfste Theil der kohlensauren Alkalien durch die phosphorsauren Erdsalze zersetzt worden seyn.

Die genaue Untersuchung der Salze im wäfsrigen Auszuge der verkohlten Masse von der organischen Substanz ist mit keinen grofsen Schwierigkeiten verbunden. Nur durch einen Umstand wird sie etwas schwieriger. Kohlensaure und phosphorsaure Kalkerde und Talkerde sind oft in den Auflösungen neutraler alkalischer Salze in einem nicht ganz unbedeutenden Maafse auflöslich, namentlich in kohlensauren und phosphorsauren Alkalien. Durch die Länge der Zeit setzen sie sich aus den Auflösungen ab, besonders nach dem Erhitzen. Wenn man daher den wäfsrigen Auszug abdampft, so pflegt er sich etwas zu trüben und geringe Mengen von unlöslichen Erdsalzen fallen zu lassen.

Man mufs ihn daher beinahe bis zur Trocknifs abdampfen, mit Wasser verdünnen und die Auflösung längere Zeit stehen lassen. Wenn sich die Erdsalze abgesetzt haben, so wird filtrirt, die filtrirte Auflösung zur Trocknifs abgedampft und dem Gewichte nach bestimmt.

Bei Abwesenheit von phosphorsaurem und kohlensaurem Alkali ist die Untersuchung sehr leicht. Man bestimmt in einem passenden Apparate die Menge der Kohlensäure durch Zersetzung mit Salpetersäure, und darauf die des Chlors durch Silberoxydauflösung, und kann nach Fortschaffung des Silberoxyds vermittelst Chlorwasserstoffsäure und Concentrirung der Flüssigkeit durch Platinchlorid das Kali vom Natron scheiden.

Bei Anwesenheit von schwefelsaurem und phosphorsaurem Alkali ist es besser, die Menge der alkalischen Salze zu theilen, und in der einen Hälfte blofs die Menge des Chlors und der Alkalien zu besimmen, in der andern hingegen die Menge der Kohlensäure durch Zersetzung mit Chlorwasserstoffsäure, die der Schwefelsäure durch ein Baryterdesalz, und nach Fortschaffung der Baryterde vermittelst Schwefelsäure und Uebersättigung mit Ammoniak die Menge der Phosphorsäure vermittelst der Auflösung eines Talkerdesalzes, welche mit Chlorammonium versetzt worden ist.

Die mit Wasser erschöpfte verkohlte Masse wird längere Zeit mit Chlorwasserstoffsäure digerirt und erhitzt, und darauf mit Wasser ausgesüfst. Diese Aussüfsung erfordert weit mehr Zeit und Wasser, als die Behandlung der verkohlten Masse mit Wasser, und wollte man das Auswaschen so lange fortsetzen, bis einige Tropfen des Waschwassers keine Opalisirung mit einer Silberoxydauflösung hervorbringen, so würde man, namentlich bei Behandlung von sehr grofsen Mengen der verkohlten Masse, unglaublich viel Zeit, viele Monate, darauf verwenden müssen. Man süfst daher nur so lange aus, bis eine bedeutende Menge des Waschwassers, mit Ammoniak versetzt, keine Spur von Fällung zeigt. Man wird dann auch sehen, dafs viel von

dem Waschwasser, auf Platinblech verdampft, keinen bemerkbaren Rückstand mehr hinterläfst. Dieses Auswaschen erfordert, besonders wenn man heifses Wasser anwendet, nicht sehr viel Zeit.

Die saure Auflösung enthält die phosphorsauren Erdsalze, welche als solche in der organischen Substanz vorhanden waren, so wie das Eisenoxyd. Man fällt sie durch Ammoniak, und nachdem man die Menge des Niederschlags dem Gewichte nach bestimmt hat, trennt man in demselben die Basen von der Phosphorsäure. Ich werde in einer späteren Abhandlung in diesen Annalen eine Methode angeben, nach welcher diefs ohne besondere Schwierigkeiten geschehen kann.

Nach Abscheidung der phosphorsauren Erdsalze vermittelst Ammoniaks ist eine kleine Menge derselben in der abfiltrirten Flüssigkeit durch die Gegenwart des Chlorammoniums aufgelöst geblieben. Setzt man daher zu dieser oxalsaures Ammoniak, so erhält man einen Niederschlag von oxalsaurer Kalkerde. Aber die Menge desselben ist gewöhnlich gröfser, als sie der durch Chlorammonium aufgelösten phosphorsauren Kalkerde entspricht. Ein Theil der Kalkerde ist also als kohlensaure Kalkerde in der verkohlten Masse enthalten gewesen, oder hat sich durch Zersetzung der schwefelsauren und phosphorsauren Kalkerde durch kohlensaure Alkalien gebildet.

In der von der oxalsauren Kalkerde getrennten Flüssigkeit findet man durch Zusatz einer Auflösung von phosphorsaurem Natron die Gegenwart von etwas Magnesia.

Die aus dem wäfsrigen Auszuge sich abgeschiedenen unlöslichen Erdsalze können gemeinschaftlich mit den in dem sauren Auszug der verkohlten Masse enthaltenen untersucht werden.

Was nun die durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpfte verkohlte Masse betrifft, so sollte man vermuthen, dafs sie nur Kieselsäure oder durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbare Silicate enthalten könne. Sie liefert aber durch vollständige Verbrennung der Kohle

noch eine sehr grofse Menge von Asche, auch wenn die organischen Substanzen keine Kieselsäure oder nur Spuren davon enthalten.

Die vollständige Verbrennung der Kohle habe ich früher in Glasröhren von schwer schmelzbarem Glase bewerkstelligt, in denen die Kohle bis zum Glühen gebracht wurde, während ich einen Strom von Sauerstoffgas darüber leitete. Diese Art der Verbrennung hat aber ihre Unbequemlichkeiten. Hat man eine nur einigermafsen bedeutende Menge von organischer Substanz angewandt, so hat man so viel Kohle erhalten, dafs eine Glasröhre, selbst von sehr weitem Durchmesser, mehrere Male damit gefüllt werden müfste, wenn sie vollständig verbrennen soll. Die Röhre wird aber stark angegriffen, und hält selten eine zweite Erhitzung aus. Die Verbrennung geschieht in den meisten Fällen höchst unvollständig, und erfordert eine sehr lange Zeit, wenn man während der Erhitzung nur einen schwachen Strom von Sauerstoffgas hinzuleitet; es ist ein rascher Strom erforderlich, damit die Verbrennung gut gelinge. Durch einen raschen Strom kann aber leicht eine bedeutende Menge von Asche fortgerissen werden, besonders wenn sie von leichter Beschaffenheit ist. Man kann diefs zwar zum Theil dadurch verhindern, dafs man das austretende Gas durch eine Wasserschicht leitet, durch deren verschiedene Höhe man einen verschiedenen Druck hervorbringen kann; aber man verhindert das Wegschleudern der Asche doch dadurch nicht vollständig; und bringt man auf diese Weise einen zu starken Druck an, so kann bei der starken Erhitzung die Glasröhre ausgeblasen werden [1]).

Der gröfste Nachtheil der Anwendung der Glasröhren besteht aber darin, dafs es fast unmöglich ist, die Asche in der Glasröhre so zu sammeln, dafs sie mit Genauigkeit ihrem Gewichte nach bestimmt werden kann. Gewöhnlich ist dieselbe von der Art, dafs sie bei der Verbrennungshitze eine anfangende Schmelzung erlitten hat; sie läfst sich

1) Das bei der Sperrung angewandte Wasser enthält, wenn die Kohle von stickstoffhaltigen Körpern angewandt wird, Cyanverbindungen.

dem Waschwasser, auf Platinblech verdampft, keinen bemerkbaren Rückstand mehr hinterläfst. Dieses Auswaschen erfordert, besonders wenn man heifses Wasser anwendet, nicht sehr viel Zeit.

Die saure Auflösung enthält die phosphorsauren Erdsalze, welche als solche in der organischen Substanz vorhanden waren, so wie das Eisenoxyd. Man fällt sie durch Ammoniak, und nachdem man die Menge des Niederschlags dem Gewichte nach bestimmt hat, trennt man in demselben die Basen von der Phosphorsäure. Ich werde in einer späteren Abhandlung in diesen Annalen eine Methode angeben, nach welcher diefs ohne besondere Schwierigkeiten geschehen kann.

Nach Abscheidung der phosphorsauren Erdsalze vermittelst Ammoniaks ist eine kleine Menge derselben in der abfiltrirten Flüssigkeit durch die Gegenwart des Chlorammoniums aufgelöst geblieben. Setzt man daher zu dieser oxalsaures Ammoniak, so erhält man einen Niederschlag von oxalsaurer Kalkerde. Aber die Menge desselben ist gewöhnlich gröfser, als sie der durch Chlorammonium aufgelösten phosphorsauren Kalkerde entspricht. Ein Theil der Kalkerde ist also als kohlensaure Kalkerde in der verkohlten Masse enthalten gewesen, oder hat sich durch Zersetzung der schwefelsauren und phosphorsauren Kalkerde durch kohlensaure Alkalien gebildet.

In der von der oxalsauren Kalkerde getrennten Flüssigkeit findet man durch Zusatz einer Auflösung von phosphorsaurem Natron die Gegenwart von etwas Magnesia.

Die aus dem wäfsrigen Auszuge sich abgeschiedenen unlöslichen Erdsalze können gemeinschaftlich mit den in dem sauren Auszug der verkohlten Masse enthaltenen untersucht werden.

Was nun die durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpfte verkohlte Masse betrifft, so sollte man vermuthen, dafs sie nur Kieselsäure oder durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbare Silicate enthalten könne. Sie liefert aber durch vollständige Verbrennung der Kohle

noch eine sehr grofse Menge von Asche, auch wenn die organischen Substanzen keine Kieselsäure oder nur Spuren davon enthalten.

Die vollständige Verbrennung der Kohle habe ich früher in Glasröhren von schwer schmelzbarem Glase bewerkstelligt, in denen die Kohle bis zum Glühen gebracht wurde, während ich einen Strom von Sauerstoffgas darüber leitete. Diese Art der Verbrennung hat aber ihre Unbequemlichkeiten. Hat man eine nur einigermafsen bedeutende Menge von organischer Substanz angewandt, so hat man so viel Kohle erhalten, dafs eine Glasröhre, selbst von sehr weitem Durchmesser, mehrere Male damit gefüllt werden müfste, wenn sie vollständig verbrennen soll. Die Röhre wird aber stark angegriffen, und hält selten eine zweite Erhitzung aus. Die Verbrennung geschieht in den meisten Fällen höchst unvollständig, und erfordert eine sehr lange Zeit, wenn man während der Erhitzung nur einen schwachen Strom von Sauerstoffgas hinzuleitet; es ist ein rascher Strom erforderlich, damit die Verbrennung gut gelinge. Durch einen raschen Strom kann aber leicht eine bedeutende Menge von Asche fortgerissen werden, besonders wenn sie von leichter Beschaffenheit ist. Man kann diefs zwar zum Theil dadurch verhindern, dafs man das austretende Gas durch eine Wasserschicht leitet, durch deren verschiedene Höhe man einen verschiedenen Druck hervorbringen kann; aber man verhindert das Wegschleudern der Asche doch dadurch nicht vollständig; und bringt man auf diese Weise einen zu starken Druck an, so kann bei der starken Erhitzung die Glasröhre ausgeblasen werden [1]).

Der gröfste Nachtheil der Anwendung der Glasröhren besteht aber darin, dafs es fast unmöglich ist, die Asche in der Glasröhre so zu sammeln, dafs sie mit Genauigkeit ihrem Gewichte nach bestimmt werden kann. Gewöhnlich ist dieselbe von der Art, dafs sie bei der Verbrennungshitze eine anfangende Schmelzung erlitten hat; sie läfst sich

1) Das bei der Sperrung angewandte Wasser enthält, wenn die Kohle von stickstoffhaltigen Körpern angewandt wird, Cyanverbindungen.

dem Waschwasser, auf Platinblech verdampft, keinen bemerkbaren Rückstand mehr hinterläfst. Dieses Auswaschen erfordert, besonders wenn man heifses Wasser anwendet, nicht sehr viel Zeit.

Die saure Auflösung enthält die phosphorsauren Erdsalze, welche als solche in der organischen Substanz vorhanden waren, so wie das Eisenoxyd. Man fällt sie durch Ammoniak, und nachdem man die Menge des Niederschlags dem Gewichte nach bestimmt hat, trennt man in demselben die Basen von der Phosphorsäure. Ich werde in einer späteren Abhandlung in diesen Annalen eine Methode angeben, nach welcher diefs ohne besondere Schwierigkeiten geschehen kann.

Nach Abscheidung der phosphorsauren Erdsalze vermittelst Ammoniaks ist eine kleine Menge derselben in der abfiltrirten Flüssigkeit durch die Gegenwart des Chlorammoniums aufgelöst geblieben. Setzt man daher zu dieser oxalsaures Ammoniak, so erhält man einen Niederschlag von oxalsaurer Kalkerde. Aber die Menge desselben ist gewöhnlich gröfser, als sie der durch Chlorammonium aufgelösten phosphorsauren Kalkerde entspricht. Ein Theil der Kalkerde ist also als kohlensaure Kalkerde in der verkohlten Masse enthalten gewesen, oder hat sich durch Zersetzung der schwefelsauren und phosphorsauren Kalkerde durch kohlensaure Alkalien gebildet.

In der von der oxalsauren Kalkerde getrennten Flüssigkeit findet man durch Zusatz einer Auflösung von phosphorsaurem Natron die Gegenwart von etwas Magnesia.

Die aus dem wäfsrigen Auszuge sich abgeschiedenen unlöslichen Erdsalze können gemeinschaftlich mit den in dem sauren Auszug der verkohlten Masse enthaltenen untersucht werden.

Was nun die durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpfte verkohlte Masse betrifft, so sollte man vermuthen, dafs sie nur Kieselsäure oder durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbare Silicate enthalten könne. Sie liefert aber durch vollständige Verbrennung der Kohle

noch eine sehr grofse Menge von Asche, auch wenn die organischen Substanzen keine Kieselsäure oder nur Spuren davon enthalten.

Die vollständige Verbrennung der Kohle habe ich früher in Glasröhren von schwer schmelzbarem Glase bewerkstelligt, in denen die Kohle bis zum Glühen gebracht wurde, während ich einen Strom von Sauerstoffgas darüber leitete. Diese Art der Verbrennung hat aber ihre Unbequemlichkeiten. Hat man eine nur einigermafsen bedeutende Menge von organischer Substanz angewandt, so hat man so viel Kohle erhalten, dafs eine Glasröhre, selbst von sehr weitem Durchmesser, mehrere Male damit gefüllt werden müfste, wenn sie vollständig verbrennen soll. Die Röhre wird aber stark angegriffen, und hält selten eine zweite Erhitzung aus. Die Verbrennung geschieht in den meisten Fällen höchst unvollständig, und erfordert eine sehr lange Zeit, wenn man während der Erhitzung nur einen schwachen Strom von Sauerstoffgas hinzuleitet; es ist ein rascher Strom erforderlich, damit die Verbrennung gut gelinge. Durch einen raschen Strom kann aber leicht eine bedeutende Menge von Asche fortgerissen werden, besonders wenn sie von leichter Beschaffenheit ist. Man kann diefs zwar zum Theil dadurch verhindern, dafs man das austretende Gas durch eine Wasserschicht leitet, durch deren verschiedene Höhe man einen verschiedenen Druck hervorbringen kann; aber man verhindert das Wegschleudern der Asche doch dadurch nicht vollständig; und bringt man auf diese Weise einen zu starken Druck an, so kann bei der starken Erhitzung die Glasröhre ausgeblasen werden [1]).

Der gröfste Nachtheil der Anwendung der Glasröhren besteht aber darin, dafs es fast unmöglich ist, die Asche in der Glasröhre so zu sammeln, dafs sie mit Genauigkeit ihrem Gewichte nach bestimmt werden kann. Gewöhnlich ist dieselbe von der Art, dafs sie bei der Verbrennungshitze eine anfangende Schmelzung erlitten hat; sie läfst sich

1) Das bei der Sperrung angewandte Wasser enthält, wenn die Kohle von stickstoffhaltigen Körpern angewandt wird, Cyanverbindungen.

dem Waschwasser, auf Platinblech verdampft, keinen bemerkbaren Rückstand mehr hinterläfst. Dieses Auswaschen erfordert, besonders wenn man heifses Wasser anwendet, nicht sehr viel Zeit.

Die saure Auflösung enthält die phosphorsauren Erdsalze, welche als solche in der organischen Substanz vorhanden waren, so wie das Eisenoxyd. Man fällt sie durch Ammoniak, und nachdem man die Menge des Niederschlags dem Gewichte nach bestimmt hat, trennt man in demselben die Basen von der Phosphorsäure. Ich werde in einer späteren Abhandlung in diesen Annalen eine Methode angeben, nach welcher diefs ohne besondere Schwierigkeiten geschehen kann.

Nach Abscheidung der phosphorsauren Erdsalze vermittelst Ammoniaks ist eine kleine Menge derselben in der abfiltrirten Flüssigkeit durch die Gegenwart des Chlorammoniums aufgelöst geblieben. Setzt man daher zu dieser oxalsaures Ammoniak, so erhält man einen Niederschlag von oxalsaurer Kalkerde. Aber die Menge desselben ist gewöhnlich gröfser, als sie der durch Chlorammonium aufgelösten phosphorsauren Kalkerde entspricht. Ein Theil der Kalkerde ist also als kohlensaure Kalkerde in der verkohlten Masse enthalten gewesen, oder hat sich durch Zersetzung der schwefelsauren und phosphorsauren Kalkerde durch kohlensaure Alkalien gebildet.

In der von der oxalsauren Kalkerde getrennten Flüssigkeit findet man durch Zusatz einer Auflösung von phosphorsaurem Natron die Gegenwart von etwas Magnesia.

Die aus dem wäfsrigen Auszuge sich abgeschiedenen unlöslichen Erdsalze können gemeinschaftlich mit den in dem sauren Auszug der verkohlten Masse enthaltenen untersucht werden.

Was nun die durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpfte verkohlte Masse betrifft, so sollte man vermuthen, dafs sie nur Kieselsäure oder durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzbare Silicate enthalten könne. Sie liefert aber durch vollständige Verbrennung der Kohle

noch eine sehr grofse Menge von Asche, auch wenn die organischen Substanzen keine Kieselsäure oder nur Spuren davon enthalten.

Die vollständige Verbrennung der Kohle habe ich früher in Glasröhren von schwer schmelzbarem Glase bewerkstelligt, in denen die Kohle bis zum Glühen gebracht wurde, während ich einen Strom von Sauerstoffgas darüber leitete. Diese Art der Verbrennung hat aber ihre Unbequemlichkeiten. Hat man eine nur einigermafsen bedeutende Menge von organischer Substanz angewandt, so hat man so viel Kohle erhalten, dafs eine Glasröhre, selbst von sehr weitem Durchmesser, mehrere Male damit gefüllt werden müfste, wenn sie vollständig verbrennen soll. Die Röhre wird aber stark angegriffen, und hält selten eine zweite Erhitzung aus. Die Verbrennung geschieht in den meisten Fällen höchst unvollständig, und erfordert eine sehr lange Zeit, wenn man während der Erhitzung nur einen schwachen Strom von Sauerstoffgas hinzuleitet; es ist ein rascher Strom erforderlich, damit die Verbrennung gut gelinge. Durch einen raschen Strom kann aber leicht eine bedeutende Menge von Asche fortgerissen werden, besonders wenn sie von leichter Beschaffenheit ist. Man kann dieſs zwar zum Theil dadurch verhindern, dafs man das austretende Gas durch eine Wasserschicht leitet, durch deren verschiedene Höhe man einen verschiedenen Druck hervorbringen kann; aber man verhindert das Wegschleudern der Asche doch dadurch nicht vollständig; und bringt man auf diese Weise einen zu starken Druck an, so kann bei der starken Erhitzung die Glasröhre ausgeblasen werden [1]).

Der gröfste Nachtheil der Anwendung der Glasröhren besteht aber darin, dafs es fast unmöglich ist, die Asche in der Glasröhre so zu sammeln, dafs sie mit Genauigkeit ihrem Gewichte nach bestimmt werden kann. Gewöhnlich ist dieselbe von der Art, dafs sie bei der Verbrennungshitze eine anfangende Schmelzung erlitten hat; sie läfst sich

1) Das bei der Sperrung angewandte Wasser enthält, wenn die Kohle von stickstoffhaltigen Körpern angewandt wird, Cyanverbindungen.

dann durch mechanische Mittel, oder durch Anwendung von Auflösungsmitteln nur unvollkommen vom Glase trennen. Durch Anwendung von dünnem Platin- oder Silberblech, welches man in die Glasröhre bringt, ehe die Kohle hinein gelegt wird, werden diese grofsen Nachtheile wenigstens nicht ganz verhindert, und es entstehen bei Anwendung desselben neue.

Ich bediene mich deshalb bei der Verbrennung der verkohlten Masse einer andern Methode, mit deren Erfolg ich zufrieden seyn kann. — Seit längerer Zeit wende ich zu Reductionen vermittelst Wasserstoffgas nicht mehr sogenannte Kugelröhren an, sondern lege die zu reducirende Substanz in einen Porcellan- oder Platintiegel, welcher mit einem Platindeckel versehen ist, der in der Mitte ein Loch hat, durch welches eine gekrümmte silberne Röhre geführt, die eine Länge von ungefähr 8 Zollen haben mufs, und durch die das getrocknete Wasserstoffgas in den Tiegel geleitet wird. Das Gas entweicht während des Glühens des Tiegels zwischen Deckel und Tiegel. — Ebelmen hat sich in neueren Zeiten eines ähnlichen Apparats zur Reduction der Manganoxyde zu Manganoxydul bedient.

Dieser Apparat kann mit vielem Vortheil zur Verbrennung der verkohlten Masse angewandt werden, wenn durch das Rohr ein Strom von Sauerstoffgas in den Tiegel geleitet wird. Man füllt den Tiegel mit der verkohlten Masse bis zur Hälfte oder mehr, erhitzt ihn über der Spirituslampe und leitet einen Strom von Sauerstoffgas hinein. Bei gehöriger Vorsicht verliert man durch Wegstäubung nichts von der Asche, und die Verbrennung geht rasch von statten. Man legt von Zeit zu Zeit neue Kohle in den Tiegel. Durch dieses bequeme Nachfüllen kann man nach vollendeter Verbrennung die erhaltene Asche mit einer Genauigkeit wägen, wie es so leicht nicht der Fall ist, wenn man sie auf eine andere Weise erhalten hat.

Geschieht diese Verbrennung in einem Platintiegel, so wird derselbe bisweilen etwas angegriffen. Ein silberner Tiegel kann durch die Hitze der Verbrennung in eine an-

fangende Schmelzung kommen. Am besten ist es, einen Porcellantiegel anzuwenden, der weit weniger als Glas angegriffen wird. Ist derselbe sehr dünn und etwas durchscheinend, so kann man deutlich durch das Erglühen desselben den Gang der Verbrennung beobachten.

Das Gewicht der erhaltenen Asche, hinzugefügt zu dem des abgedampften wäfsrigen Auszugs aus der verkohlten Masse, und dem der unlöslichen Erdsalze, welche durch die Chlorwasserstoffsäure aufgelöst worden sind, geben die richtige Menge der feuerbeständigen Bestandtheile der angewandten organischen Substanz.

Die erhaltene Asche besteht, namentlich wenn vegetabilische Substanzen angewandt worden sind, aus ähnlichen Bestandtheilen, wie die sind, welche man in den wäfsrigen und den sauren Auszügen der verkohlten Masse gefunden hat. Hat man in diesen Alkalien gefunden, so findet man dieselben auch in der Asche der ausgezogenen verkohlten Substanz, sonst besteht dieselbe vorzüglich aus phosphorsauren Erdsalzen. Ich habe schon oben angeführt, dafs der Eisengehalt des Blutes fast vollständig in dieser Asche angetroffen wird. Man findet nur ungefähr den zehnten Theil davon in dem sauren Auszug der verkohlten Masse, und überhaupt um so weniger, je sorgsamer die Verkohlung beim Ausschlufs der Luft geschehen ist.

Wenn in der organischen Substanz keine Kieselsäure enthalten ist, so kann man verschiedene Ansichten über den Ursprung der Asche von der mit Wasser und Säure ausgezogenen verkohlten Masse aufstellen.

Die wahrscheinlichste Ansicht ist wohl die, sie von einer unvollkommenen Ausziehung der beiden Auflösungsmittel, des Wassers und der Chlorwasserstoffsäure, herzuleiten. Wenn eine organische Substanz durch die Hitze zerstört wird, so kann die entstandene Kohle solche Höhlungen bilden, dafs die davon umschlossenen unorganischen Salze gegen die Auflösungsmittel geschützt werden. Die Blutkügelchen des Blutes, die Kügelchen der Hefe, die Zellen der Pflanzen bilden nach der Verkohlung vielleicht

äufserst kleine Bläschen mit so kleinen Oeffnungen, dafs keine Flüssigkeit in dieselbe dringen kann. Dafs die Gefäfse des Holzes äufserst dünne Fasern mit kleinen Oeffnungen durch die Verkohlung bilden können, wissen wir durch Degen's Untersuchungen [1]).

Es wurde indessen die verkohlte Masse einer organischen Substanz (Hefe), nachdem sie durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure sorgfältig ausgezogen worden war, auf der Agatplatte auf's feinste zerrieben. Die beiden Auflösungsmittel zogen darauf nur unwägbare Spuren von feuerbeständigen Bestandtheilen aus, und nach Verbrennung der ausgezogenen verkohlten Masse erhielt ich dieselbe bedeutende Menge von Asche, die ich aus der nicht zerriebenen Kohle erhalten hatte.

Man kann indessen immer noch annehmen, dafs die äufserst kleinen Bläschen durch das Zerreiben auf der Agatplatte nicht zerstört und zerrissen wurden. Die Untersuchung durch das Mikroskop gab hierüber keine Aufklärung.

Man weifs, dafs durch eine Verwandtschaft schwächerer Art die Kohle gewisse Salze aus ihren Lösungen aufnimmt. Ich habe auch oben erwähnt, dafs wenn die verkohlte organische Substanz mit Chlorwasserstoffsäure behandelt worden ist, es fast unmöglich ist, durch Auswaschen mit Wasser die Säure davon zu entfernen.

Wenn man aber der Asche diesen Ursprung zuschreiben will, so ist die Menge, die man erhält, zu beträchtlich; denn es ist bekannt, dafs die Salze, welche Kohle aufgenommen hat, durch lange Behandlung mit Wasser von verschiedenen Temperaturen endlich ganz von derselben getrennt werden können.

Ich mengte schwefelsaures Kali und phosphorsaure Kalkerde mit Zucker, und verkohlte das Gemenge. Wasser und darauf Chlorwasserstoffsäure zogen beide Salze so vollständig aus der verkohlten Masse, dafs dieselbe nach der Verbrennung in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas keine Spur von Asche zurückliefs.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 35, S. 468.

Mehrere saure phosphorsaure (metaphosphorsaure) Salze sind nach dem Glühen in Chlorwasserstoffsäure unlöslich. Es könnte diefs die Ursach des Aschenrückstandes von der verkohlten Masse seyn. Aber obgleich wohl fast immer in dieser Asche Phosphorsäure angetroffen wird, so ist sie in derselben nicht immer mit den Basen als saure Salze verbunden. Es ist ferner die Asche selbst, wenn sie nicht Kieselsäure enthält, in Chlorwasserstoffsäure löslich, nachdem die Salze bei der gänzlichen Verbrennung der Kohle im Sauerstoffgase einer weit höheren Temperatur ausgesetzt worden waren, als die ist, welche bei der Verkohlung der organischen Substanz stattgefunden hat.

Auch geglühtes Eisenoxyd ist in Chlorwasserstoffsäure zwar nicht unlöslich, aber etwas schwerlöslich. Man könnte annehmen, dafs es aus dieser Ursache nicht durch die Säure aus dem verkohlten Blute ausgezogen werden könne. Aber nicht nur mufs es, wenn es als Eisenoxyd darin enthalten ist, wegen seines fein zertheilten Zustandes leichter in Chlorwasserstoffsäure auflöslich seyn, sondern es ist das, nach Verbrennung der Kohle, in der Asche sich findende Eisenoxyd, das einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt gewesen ist, in Chlorwasserstoffsäure auflöslich.

Die phosphorsauren Alkalien und Erden, welche man in der Asche der ausgewaschenen verkohlten Masse findet, können auch nicht mit der Kohle als Phosphormetalle eigener Art gemengt enthalten seyn, ähnlich dem Phosphoreisen, das in Chlorwasserstoffsäure vollkommen unlöslich ist. Man könnte annehmen, dafs sie aus den phosphorsauren Alkalien und Erden durch Reduction vermittelst der Kohle entstanden wären. Es ist wohl kaum nöthig, diesen Einwand zu beantworten. Denn es ist bekannt, dafs die neutralen und basischen phosphorsauren Alkalien und Erden durch Kohle selbst nicht bei hoher Temperatur reducirt werden, wenigstens nicht bei Abwesenheit von Kieselsäure, oder einer ähnlichen feuerbeständigen Säure. Aber auch selbst aus sauren phosphorsauren Salzen kann der Ueberschufs der Phosphorsäure nicht bei der Temperatur durch

Kohle reducirt werden, welche von mir bei der Verkohlung der organischen Substanzen angewandt wurde.

Es könnte aber, namentlich bei der Verkohlung des Bluts, aus dem phosphorsauren Eisenoxyd durch Reduction vermittelst Kohle, sich in Chlorwasserstoffsäure unlösliches Phosphoreisen bilden. Obgleich ich überzeugt war, dafs diefs nicht bei der Temperatur, welche ich bei der Verkohlung organischer Substanzen anwandte, der Fall seyn konnte, so mischte ich doch innig phosphorsaures Eisenoxyd mit Zucker, und verkohlte das Gemenge bei einer Temperatur, die höher war, als sie bei den Verkohlungen stattgefunden hatte. Aber Chlorwasserstoffsäure zog das Salz so vollständig aus der verkohlten Masse, dafs dieselbe darauf ohne Rückstand in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas verbrannte.

Man könnte annehmen, dafs die Salze, welche man in der Asche der ausgezogenen verkohlten Masse findet, mit organischen Substanzen so innige Verbindungen bilden, dafs sie erst nach gänzlicher Zerstörung mit Reagentien zu entdecken sind. Aber schon durch die Verkohlung werden die organischen Substanzen so zerstört, dafs wenn die unorganischen, in der Asche sich findenden Salze in jenen präexistirend vorhanden wären, sie durch die Auflösungsmittel ausgezogen werden können, in denen sie auflöslich sind.

Es bleibt noch eine Ansicht über den Ursprung der Asche übrig. Die Salze, welche in derselben gefunden werden, haben vielleicht als solche in der organischen Substanz nicht präexistirt, und haben sich erst bei der Verbrennung der Kohle durch Oxydation gebildet.

Wir wissen seit langer Zeit, dafs die Proteinverbindungen, sowohl die animalischen als auch die vegetabilischen Ursprungs, Schwefel und Phosphor in einem nicht oxydirten Zustande enthalten, aber dafs auch die Radicale von Erden und Alkalien in den organischen Substanzen in einem nicht oxydirten Zustande, vielleicht mit jenen Elementen verbunden, enthalten seyn können, ist meines Wissens noch nicht als Muthmafsung ausgesprochen worden.

Es müfsten diefs freilich Verbindungen von ganz besonderer Art seyn, wie wir ähnliche noch nicht kennen. Sind sie wirklich mit organischen Substanzen im lebenden Körper vereinigt, so müssen sie durch Zerstörung derselben vermittelst der Verkohlung noch nicht wesentlich verändert werden, oder es haben sich Verbindungen der Kohle und des Stickstoffs mit ihnen gebildet, welche im Wasser und in Chlorwasserstoffsäure unlöslich sind.

Ich habe im Vorhergehenden die Bemerkung geäufsert, dafs in der Asche der mit Wasser und Säure ausgezogenen verkohlten Masse von organischen, namentlich von vegetabilischen Stoffen ähnliche Salze sich finden, wie in dem wäfsrigen und sauren Auszug derselben. Nur durch eine lange Reihe von Untersuchungen kann diese Ansicht bestätigt werden. Sollte sie sich indessen bestätigen, so sind vielleicht in den lebenden Pflanzen die Salze, welche wir nach der Zerstörung derselben in ihrer Asche finden, nur zum Theil als solche, zum Theil aber in einem desoxydirten Zustande enthalten. Die unorganischen Salze also, welche von der lebenden Pflanze aus dem Boden aufgenommen werden, werden von derselben zum Theil desoxydirt, und bilden in diesem Zustande Verbindungen mit organischen Substanzen ihres Körpers.

Wahrscheinlicher noch als hinsichtlich der Pflanzen ist diese Ansicht bei manchen animalischen Substanzen, namentlich beim Blute. Schon seit längerer Zeit hat man vermuthet, dafs in demselben das Eisen in einem nicht oxydirten Zustande enthalten sey, und nach neueren Untersuchungen von Mulder [1]) kann man sogar aus dem Hämatin den Eisengehalt desselben unter Wasserstoffgasentwicklung durch Säuren extrahiren. Durch meine oben angeführten Versuche erlangt zwar diese Ansicht noch mehr Wahrscheinlichkeit; doch ist es andererseits sonderbar, dafs das Eisen sich aus dem verkohlten Blute nicht durch Chlorwasserstoffsäure ausziehen läfst.

Ich glaube, dafs es von Interesse ist, diesen Gegen-

1) Journ. für pract. Chemie, Bd. 32, S. 186.

stand weiter zu verfolgen. Es ergiebt sich wohl aus dem Vorhergehenden, dafs die mitgetheilte Ansicht nicht durch vielfältige Analysen von Pflanzenaschen, die nach den bisher üblichen Methoden dargestellt worden sind, bestätigt oder widerlegt werden kann, sondern mehr durch einen Gang, wie ich ihn im Vorhergehenden erörtert habe, und den ich daher als eine rationellere Methode der Untersuchung bezeichnete.

Ich habe im Vorhergehenden gezeigt, dafs aus mehreren organischen Substanzen nach ihrer Verkohlung durch Wasser oft sehr bedeutende Mengen von kohlensauren Alkalien ausgezogen werden können, wenn auch aus früheren Untersuchungen hervorging, dafs in der Asche derselben keine Kohlensäure gefunden wurde.

Aber nicht alle organische Substanzen geben auf die angeführte Weise kohlensaure Alkalien, wenn auch bedeutende Mengen von Alkali in der Asche derselben enthalten sind. Merkwürdig in dieser Hinsicht verhält sich die Hefe. Aus der Untersuchung von Mitscherlich [1]) geht hervor, dafs in der Asche derselben keine Kohlensäure und Chlormetalle sind, und meine Untersuchungen zeigen, dafs dieselben auch im wäfsrigen Auszuge der verkohlten Hefe nicht zu finden sind. Beim Verkohlen verbreitete die Hefe einen ähnlichen Geruch wie die Proteinverbindungen. Der wäfsrige Auszug der verkohlten Masse bläute das Lackmuspapier nicht, wurde beim Abdampfen trübe und setzte eine bedeutende Menge von phosphorsauren Erdsalzen ab; die bis zur Trocknifs abgedampfte Masse gab mit Wasser mit Hinterlassung derselben eine filtrirte klare Auflösung, die das Lackmuspapier sehr schwach röthete, also keine Spur von kohlensauren Alkalien enthielt. Es waren in ihr nur phosphorsaure Alkalien, mit sehr kleinen Spuren von schwefelsauren Alkalien und Chlormetallen aufzufinden. — Die verkohlte Masse mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, gab eine Auflösung, aus welcher Ammoniak einen starken Niederschlag von phosphorsauren Erdsalzen fällte.

Die

1) Monatsber. der Berl. Academie 1845, S. 236.

Die mit Wasser und Säure ausgezogene Kohle gab bei der Verbrennung eine sehr grofse Menge von Asche, welche ähnliche Bestandtheile enthielt, wie die sind, welche aus der verkohlten Masse durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure ausgezogen worden waren.

Ich habe schon oben angeführt, dafs wenn diese Kohle auf der Agatplatte aufs feinste zerrieben wird, sie dennoch den Auflösungsmitteln keine salzartigen Verbindungen abtritt, und beim Verbrennen dieselbe Menge von Asche liefert, wie vor dem Zerreiben.

Zu diesen Versuchen, welche mit denen, welche Mitscherlich erhalten hat, ganz übereinstimmen, wurde eine Oberhefe angewandt, welche durch Auswaschen vollkommen gereinigt worden war. Man kann vielleicht andere Resultate erhalten, wenn nicht ausgewaschene Hefe zu den Versuchen angewandt wird.

Denn die von der Hefe durch Filtration abgedampfte bierichte Flüssigkeit verbreitete beim Verkohlen nicht den unangenehmen Geruch, wie die Hefe selbst, oder wie ihn stickstoffhaltige Substanzen im Allgemeinen bei erhöhter Temperatur zeigen. Die mit Wasser ausgezogene Auflösung der verkohlten Masse abgedampft, enthielt sehr viel kohlensaures Alkali, brauste daher stark mit Säuren, viel Chlorkalium, aber nicht sehr bedeutende Mengen von phosphorsaurem Kali. Die mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpfte Kohle gab eine nicht unbedeutende Menge von Asche von leichter Beschaffenheit, die aufser phosphorsauren Salzen auch viel Kieselsäure enthielt, welche auch Mitscherlich in der Asche des Bieres gefunden hat [1]).

1) Nachdem diese Abhandlung in der Academie der Wissenschaften vorgelesen und dem Herausgeber dieser Annalen zum Druck übergeben worden war, erhielt ich von Berzelius, dem ich das Wesentlichste aus derselben mitgetheilt hatte, einen Brief, in welchem derselbe gegen mich äufsert, dafs er eine ähnliche Ansicht, wie die von mir aufgestellte, über die Asche des Blutes, schon vor mehr als 40 Jahren in seinem Werke über Thierchemie ausgesprochen hat. Sie findet sich auch in Schweigger's Journ. für Chemie und Physik, Bd. 9, S. 391 (1813). In den verschiedenen Auflagen des Lehrbuches der Chemie von Berzelius ist indessen dieselbe nie geäufsert worden.

XIV. *Ueber das Kreatin im Harn;* *von W. Heintz.*

Vor mehr als zwei Jahren liefs ich im 63. Bande Annalen (S. 602) eine Notiz drucken, betitelt »Ueb neue Säure im menschlichen Harn.« Ich hatte dam ich, veranlafst durch Liebig's schöne Arbeit »Ue Constitution des Harns der Menschen und der flei senden Thiere, 50 Pfund frischen Harn der Unters auf Milchsäure unterworfen hatte, diese Säure ni funden, wie sie auch Liebig vor mir im gefaulte nicht hatte auffinden können. Dagegen erhielt ic geringe Menge einer schwerlöslichen Zinkverbindu demselben, welches ich anfänglich für milchsaures Zi hielt, später aber als eine Verbindung dieses Oxy einer eigenen krystallisirbaren, in Wasser leicht lö Säure zu erkennen glaubte. Die ganze Menge der nen 50 Pfund Harn erhaltenen und mir zu Gebote den Substanz betrug aber nur $\frac{1}{2}$ Gramm. Ich fürcht her schon damals, manche der Eigenschaften, wel von derselben angegeben hatte, nicht genau genug sucht zu haben, und so mufs ich in der That in Aufsatze manches von dem berichtigen, was ich für hielt, als ich jene Notiz niederschrieb.

Kurze Zeit nach mir berichtete Hr. Dr. Petten in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 52, über einen neuen stickstoffhaltigen Körper im Harn chen er, nach Verdampfung des mit kohlensaurem gesättigten Harns und Ausziehen des Rückstands mit geist, aus dieser alkoholischen Lösung durch Chlorzi len konnte. Er erkannte diesen Niederschlag als ein bindung von Chlorzink mit einer eigenthümlichen stic reichen, in reinem Zustande in Wasser löslichen un stallisirbaren organischen Substanz. Die Eigenschaft ses Körpers stimmten sehr nahe mit denen überein,

ich an dem von mir kurz vorher aufgefundenen angegeben hatte, weshalb ich vermuthete, es mochte in der That derselbe Körper seyn, und die Differenzen in unseren Angaben möchten nur daher rühren, dafs ich zu wenig Substanz gehabt hatte, um ihre Eigenschaften mit Sicherheit auffinden zu können.

Etwa um die Zeit, als die eben erwähnte Notiz im Druck begriffen seyn mochte, befand ich mich auf einige Tage in Giefsen. Dr. Pettenkofer hatte die Freundlichkeit, mir die von ihm erhaltene neue Substanz zu zeigen, und ich glaubte in ihrem Aeufseren einige Verschiedenheiten von der meinigen zu entdecken, welche mich zu der Meinung führten, wir möchten doch zwei verschiedene Substanzen unter Händen gehabt haben. Demnach glaubte ich nach meiner Rückkunft von jener Reise die wenigen Milligrammen meines Zinksalzes, welche mir von meinen Versuchen übrig geblieben waren, nicht besser anwenden zu können, als wenn ich sie auf einen Gehalt an Chlor untersuchte, was ich bis dahin nicht gethan hatte, weil ich der Meinung war, dieses aus dem Harn vollständig durch Bleioxyd und Alkohol entfernt zu haben. Ich erhielt in der That durch Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd zu der wäfsrigen Lösung derselben einen schwachen Niederschlag, der sich in Salpetersäure nicht auflöste. Demnach schien die Ansicht von der Identität beider Stoffe, die ich schon fast aufgegeben hatte, eine bedeutende Stütze zu erhalten. Allein dieser Versuch konnte nicht entscheidend seyn, da die untersuchte Substanz in zu geringer Menge zu dem Versuche angewendet, und aufserdem unrein war, also auch möglicherweise noch Spuren einer Chlorverbindung beigemengt enthalten konnte.

Daher mufste ich, um die Identität beider Stoffe mit Sicherheit nachzuweisen, dazu meine Zuflucht nehmen, sie beide noch einmal genau nach den von Pettenkofer und mir bis dahin angewendeten Methoden darzustellen. Zunächst unterwarf ich eine Quantität von 100 Pfund Harn derselben umständlichen Behandlung, wie ich sie in meiner

früheren Notiz genau beschrieben habe, konnte aber trotz aller Sorgfalt auch nicht eine Spur jener schwerlöslichen Zinkverbindung erhalten. Eben so wenig jedoch gelang es mir, milchsaures Zinkoxyd auf diese Weise zu gewinnen, wodurch von Neuem die Abwesenheit der Milchsäure im Harn bestätigt wird.

Obgleich diese Arbeit mich wohl ein halbes Jahr lang beschäftigt hatte, so glaubte ich dennoch einen neuen Versuch machen zu müssen. Abermals ganz eben so behandelte 100 Pfund Harn gaben mir endlich eine höchst geringe Menge (etwa 0,2 Grm.) der gesuchten Zinkverbindung. Ich krystallisirte dieselbe mehrmals um, bis sie ziemlich weifs geworden war, und untersuchte nun die Lösung der Hälfte derselben auf einen Gehalt an Chlor. Ich erhielt durch salpetersaures Silberoxyd einen starken, weifsen, in Salpetersäure unlöslichen, käsig zusammenballenden Niederschlag, der daher offenbar aus Chlorsilber bestand.

Somit war der Chlorgehalt der von mir für ein Zinkoxydsalz gehaltenen Substanz erwiesen, und nichts war daher wahrscheinlicher, als dafs die von Pettenkofer und mir auf ganz verschiedenem Wege im Harn gefundenen Stoffe identisch seyen. Um mich mit Bestimmtheit davon zu überzeugen, stellte ich mir nun Pettenkofer's Chlorzinkverbindung nach seiner Methode dar, um die Eigenschaften beider Stoffe zu vergleichen, so weit es die geringe, mir zu Gebote stehende Menge des einen derselben gestattete. Wo diese nicht ausreichte, verglich ich die Eigenschaften jener mit denen, welche ich in meiner älteren Notiz für die von mir aufgefundene vermeintliche neue Säure angegeben hatte.

Zunächst gab ich an, dafs aus dem von mir erhaltenen Zinksalze, wenn es, in Wasser gelöst, einem Strome von Schwefelwasserstoffgas ausgesetzt wurde, alles Zink gefällt werden könne. Auch aus der Lösung der nach Pettenkofer's Methode dargestellten Chlorzinkverbindung kann durch einen Strom dieses Gases so viel Schwefelzink ge-

fällt werden, dafs das mit demselben gesättigte Filtrat durch Ammoniak nicht mehr getrübt wird. Allein nach mehreren Stunden schieden sich doch einige Flocken von Schwefelzink ab, die jedoch äufserst unbedeutend waren. Ganz eben so verhielt sich die neuerdings nach meiner Methode dargestellte Chlorzinkverbindung.

Ferner gab ich früher an, dafs die durch Schwefelwasserstoff vom Zink befreite Lösung dieser Verbindung sauer reagirte, was mich veranlafste, die darin enthaltene organische Substanz für eine bestimmt charakterisirte Säure zu halten. Es ist klar, dafs die bei der Fällung des Schwefelzinks aus dem Chlorzink sich bildende Salzsäure der Grund dieser sauren Reaction war.

Was nun die Eigenschaften der vom Chlorzink befreiten reinen organischen Substanz betrifft, so fand ich die von mir angegebenen an der nach Pettenkofer's Methode dargestellten vollkommen wieder, nur nicht die saure Reaction, die, wie oben erwähnt, bei meinen früheren Versuchen von Salzsäure herrührte.

Sie ist in der That in Alkohol viel schwerer löslich als in Wasser, so dafs man wohl nicht mit Pettenkofer sagen darf, sie sey darin leicht löslich. In Wasser jedoch ist sie, wenn sie noch durch etwas der Extractivstoffe des Harns verunreinigt ist, leicht auflöslich. Im Zustande vollkommener Reinheit löst sie sich jedoch auch darin nicht ganz leicht auf. Aether löst wenig oder nichts davon auf.

In meiner früheren Notiz sagte ich, dafs die organische Substanz mit Ammoniak übersättigt, wenn die Lösung zur Trockne verdampft wurde, wieder sauer reagirte. Dieselbe Erscheinung fand ich an der nach Pettenkofer's Methode dargestellten Chlorzinkverbindung bestätigt, sobald, wie in jenem Versuche, das Zink durch Schwefelwasserstoffgas gefällt und die Substanz durch Abdampfen gewonnen war. Die Reaction war jedoch nach dem Trocknen des Lackmuspapiers nur sehr schwach. Ganz gleich verhielt sich die neuerdings von mir nach meiner Methode dargestellte Chlorzinkverbindung.

Dafs der Rückstand, welcher nach dieser Verdampfung zurückblieb, mit Kali übersättigt, Ammoniak entwickeln mufste, ist klar, da nach dem, was ich oben gesagt habe, Salmiak mit derselben gemengt war. Ein Versuch mit der nach Pettenkofer's Methode dargestellten Substanz gab dasselbe Resultat. Ferner sagte ich, dafs dieser Rückstand, den ich für ein Ammoniaksalz hielt, im Wasser schwerer löslich sey, als die reine Substanz selbst. Diefs ist dadurch zu erklären, dafs die von mir für rein gehaltene Substanz noch Salzsäure enthielt, worin sie sich leichter auflöst, als in reinem Wasser. Wurde diese Salzsäure durch Ammoniak gesättigt und die Flüssigkeit verdampft, so war der Rückstand natürlich schwerer in Wasser löslich als vorher, da er nun keine freie Salzsäure mehr enthielt.

Zu den Versuchen, durch welche ich die Einwirkung verschiedener Salze auf diesen neuen thierischen Stoff zu ermitteln suchte, hatte ich die von Zinkoxyd fast vollständig durch Schwefelwasserstoff befreite Lösung der Chlorzinkverbindung zur vollständigen Trocknifs eingedampft. Es war daher ohne Zweifel dadurch der gröfste Theil der freien Salzsäure verflüchtigt worden, weshalb ich auch mit salpetersaurem Silberoxyd in dieser Lösung keinen Niederschlag erhielt. Die Opalisirung, welche dadurch veranlafst wurde, schrieb ich auf Rechnung einer unwesentlichen Verunreinigung mit Spuren von Salzsäure, weil dieselbe bei Zusatz von Salpetersäure nicht verschwand.

Die übrigen Eigenschaften der reinen Substanz, welche in meiner älteren Notiz angegeben sind, fand ich durch Versuche mit dem nach Pettenkofer's Methode dargestellten Körper bestätigt. So gab weder schwefelsaures Kupferoxyd, noch Alaun, noch Chlorbaryum oder Chlornatrium mit oder ohne Zusatz von Ammoniak, noch endlich eine mit Ammoniak möglichst genau neutralisirte Eisenchloridlösung einen Niederschlag. Essigsaures Bleioxyd gab keinen Niederschlag. Wurde die Lösung dieses Stoffs mit schwefelsaurem Kupferoxyd versetzt und nun Kalihydrat hinzugefügt, so färbte sich die Flüssigkeit schön dunkelblau.

Salpetersaures Silberoxyd verändert die Lösung dieser Substanz nicht, selbst wenn sie nach Zusatz von Ammoniak gekocht wird. Nach längerem Kochen jedoch wird ein wenig Silber reducirt.

Was endlich die Form anbetrifft, in welcher die nach meiner und nach Pettenkofer's Methode dargestellte Chlorzinkverbindung sich abscheidet, so ist dieselbe durchaus gleich. Wenn sie aus der alkoholischen Lösung des Harnextracts sich abscheidet, so bildet sie concentrisch gruppirte prismatische Krystalle. Fällt man aber die reine in Spiritus gelöste Substanz mit einer Lösung von Chlorzink in Alkohol, so erhält man einzelne Krystalle, die entweder mit einer geraden Endfläche begränzt oder zweiflächig zugespitzt sind. Als ich meine frühere Notiz über diese Substanz schrieb, hatte ich nur erstere Form gesehen, weshalb ich der Meinung war, man könne dieselbe durch die Krystallform vom milchsauren Zinkoxyde unterscheiden. Diese neue Beobachtung zeigt dagegen, dafs es nicht leicht seyn möchte, sie an ihrer Krystallform allein zu erkennen. Denn das milchsaure Zinkoxyd krystallisirt gleichfalls in Prismen mit zweiflächiger Zuspitzung.

Aus allem Vorhergehenden leuchtet ein, dafs der Stoff, welchen ich im Harn entdeckt habe, mit dem von Pettenkofer nach mir aufgefundenen identisch ist.

Erst nachdem diese Identität nachgewiesen war, durfte ich die von diesem angewendete Darstellungsweise desselben als die bequemere und eine reichlichere Ausbeute liefernde anwenden, um seine Eigenschaften, seine Zusammensetzung und sein Atomgewicht auszumitteln.

Es wurde zu dem Ende eine bedeutende Menge Harn bei gelinder Wärme zur Syrupsconsistenz eingedampft, der Rückstand mit kohlensaurem Natron neutralisirt, und nun mit etwa einem gleichen Volumen starken Alkohol versetzt. Nachdem die Masse eine Nacht gestanden hatte, wurde filtrirt und zu dem Filtrat eine alkoholische Lösung von Chlorzink gesetzt, worauf sich die Chlorzinkverbindung allmälig abschied. Nach acht Tagen wurde der Niederschlag abfil-

trirt, allein in dem Filtrat schieden sich bei längerem Stehen von Neuem Krystalle ab. Erst nach drei Wochen war die Absonderung derselben so vollständig geschehen, dafs sich in der filtrirten Flüssigkeit nur Spuren davon absetzten.

Sämmtliche Krystalle wurden nun mit verdünntem Alkohol so lange ausgewaschen, bis in der abfiltrirten Flüssigkeit durch salpetersaures Silberoxyd nur noch eine geringe Opalisirung bewirkt wurde. Die ausgewaschene Masse wurde mit vielem destillirten Wasser gekocht und die Flüssigkeit von dem Ungelösten, welches hauptsächlich aus phosphorsaurem Zinkoxyd bestand, abfiltrirt. Im Filtrat befand sich nun die Chlorzinkverbindung aufgelöst. Ein vorläufiger Versuch, den ich machte, um zu prüfen, ob die von Pettenkofer angegebene Methode brauchbar sey, um mit Leichtigkeit die organische Substanz frei von Chlorzink und in vollkommen reinem Zustande zu erhalten, lehrte mich, dafs zwar das Chlorzink recht gut dadurch abgeschieden werden könne; allein es gelang mir nicht, sie von allen färbenden Bestandtheilen zu befreien. Das Reinigen derselben mit Knochenkohle führte eben so wenig zum Ziele, wenn auch ihre Einwirkung nicht zu verkennen war. Allein diese Methode, die Substanz zu entfärben, führt noch den Nachtheil mit sich, dafs dabei viel derselben verloren geht. Nach mehrfachen Versuchen bin ich endlich bei folgender einfacheren Methode stehen geblieben.

Die gefärbte Lösung der Chlorzinkverbindung wurde mit etwas Ammoniak versetzt, bis ein Niederschlag entstand, und dann Schwefelammonium hinzugefügt. Der Niederschlag von Schwefelzink, der gelb gefärbt war, wurde abfiltrirt, und das Filtrat vorsichtig so weit abgedampft, dafs der Rückstand eine kochende concentrirte Lösung dieser organischen Substanz darstellte, und darauf absoluter Alkohol hinzugefügt. Ein grofser Theil derselben scheidet sich, besonders wenn man die Flüssigkeit 24 Stunden recht kalt stehen läfst, in Krystallen aus, während Salmiak und ein anderer Theil derselben in Auflösung bleibt. Jene Krystalle sind schon ziemlich, aber noch nicht vollkommen weifs. Ich löste sie deshalb nochmals in möglichst wenig

kochendem Wasser auf, fügte eine hinreichende Menge von Chlorzink in Alkohol und ein gleiches Volumen absoluten Alkohols hinzu. Die alkoholische Lösung, welche neben Salmiak auch noch nicht unbedeutende Mengen von jener organischen Substanz enthielt, wurde gleichfalls mit Chlorzinklösung versetzt und in der Kälte sich selbst überlassen. Beide Niederschläge wurden besonders filtrirt und mit Alkohol ausgewaschen. Ich löste sie nun beide nochmals in kochendem Wasser, fügte wieder Ammoniak und Schwefelammonium hinzu, filtrirte, und dampfte so weit ein, dafs durch Zusatz von absolutem Alkohol eine reichliche Fällung eintrat. Nachdem sich der Niederschlag in der Kälte vollständig abgesetzt hatte, wurde er abfiltrirt und durch Umkrystallisation aus der wäfsrigen Lösung gereinigt. Auf diese Weise erhielt ich vollkommen weifse Krystalle, deren Form ein rhombisches Prisma mit schiefer Endfläche ist.

Die alkoholische Flüssigkeit, aus der sich diese Krystalle abgesetzt hatten, enthielt noch ziemlich viel derselben in Auflösung. Ich versetzte sie daher mit Chlorzinklösung. Den dadurch entstandenen weifsen Niederschlag filtrirte ich ab, und löste ihn nochmals in möglichst wenig kochendem Wasser auf. Die beim Erkalten sich absetzenden vollkommen weifsen Krystalle der Chlorzinkverbindung dienten zu den weiter unten angeführten Analysen.

Diese auf solche Weise aus dem Harn hergestellte interessante Substanz ist nichts anderes als das von Chevreul in der Bouillon entdeckte Kreatin, wie diefs im Verfolge dieser Arbeit klar werden wird. Die Vermuthung, dafs dem so seyn möchte, veranlafste mich schon im vergangenen Sommer eine geringe Menge Kreatin, welche mir durch die Güte des Hrn. Dr. Helmholtz in Potsdam zu Gebote stand, mit der von mir aus dem Harn dargestellten Substanz zu vergleichen. Allein mit der geringen Menge desselben, welche ich zu diesem Versuche anwenden konnte, gelang es mir nicht, die charakteristische Fällung mittelst Chlorzink zu erhalten. Ich zweifelte daher an der Richtigkeit meiner Vermuthung, zumal da ich noch Unterschiede in der Löslichkeit beider Stoffe zu bemerken glaubte. Al-

lein das Kreatin, welches ich bis dahin aus dem Harn gewonnen hatte, war noch nicht ganz rein gewesen, und als ich es später von vollkommener Reinheit und blendend weifser Farbe dargestellt hatte, fand ich, dafs wenigstens letzterer Unterschied nicht vorhanden war. Demselben beigemengte Extractivstoffe des Harns scheinen seine Löslichkeit zu vergröfsern. Dieſs veranlafste mich Chevreul's Kreatin aus dem Fleische darzustellen, um die aus Harn erhaltenen Krystalle mit demselben zu vergleichen, und zunächst namentlich zu untersuchen, ob auch dieses jene schwerlösliche Verbindung mit Chlorzink eingeht.

Zunächst jedoch will ich hier die Resultate meiner Analysen des Kreatins aus dem Harn und seiner Verbindung mit Chlorzink anführen, um die chronologische Reihenfolge bei Beschreibung meiner Untersuchungen nicht zu verlassen.

Die bei 110° C. getrockneten Krystalle des reinen Kreatins gaben im Sauerstoffstrom, jedoch mit der Vorsicht verbrannt, dafs stets hinreichend metallisches Kupfer zur Reduction der sich etwa bildenden salpetrigen Säure im Verbrennungsrohr vorhanden war, folgende Resultate:

Aus 0,2217 Grm. derselben erhielt ich 0,296 Grm. Kohlensäure und 0,1363 Grm. Wasser. Dieſs entspricht 0,0807 Grm. oder 36,41 Proc. Kohlenstoff und 0,01514 Grm. oder 6,83 Proc. Wasserstoff.

0,251 Grm. derselben Substanz gaben 0,335 Grm. Kohlensäure und 0,1558 Grm. Wasser, entsprechend 0,09136 Grm. oder 36,37 Proc. Kohlenstoff und 0,0173 Grm. oder 6,89 Proc. Wasserstoff.

0,2895 Grm. gaben nach der Methode von Will und Varrentrapp 0,6463 Grm. Platin, was 0,0917 Grm. oder 31,64 Proc. Stickstoff entspricht.

Die Zusammensetzung der bei 110° C. getrockneten Substanz ist also folgende:

	I.	II.	Berechnet.	
Kohlenstoff	36,41	36,37	36,64	8 C
Wasserstoff	6,83	6,89	6,87	9 H
Stickstoff	31,64	31,64	32,06	3 N
Sauerstoff	25,12	25,10	24,43	4 O
	100	100	100.	

Die empirische Formel für die bei 110° C. getrocknete ubstanz ist also $C^8H^9N^3O^4$. Allein diefs ist nicht die usammensetzung des krystallisirten Kreatins, denn dieses erliert bedeutend an Gewicht, wenn es jener Temperatur usgesetzt wird.

0,2675 Grm. der lufttrocknen Substanz verloren, bei 10° C. getrocknet, 0,035 Grm. an Gewicht. Diefs entspricht 3,08 Proc. Wasser.

Offenbar waren die Krystalle, welche zu diesem Veruche dienten, nicht frei von hygroskopischem Wasser. ch suchte sie daher in einem abgeschlossenen Raume über chwefelsäure davon zu befreien. Allein sie zerfielen daurch zum Theil, wurden wenigstens auf der Oberfläche on einem weifsen Mehl überzogen, ein Beweis, dafs sie n trockner Luft verwittern.

0,329 dieser zum Theil verwitterten Krystalle verloren ei 110° C. noch 0,0337 Grm. an Gewicht. Diefs entpricht 10,24 Proc. Wasser.

Da zu diesem Versuche Substanz angewendet wurde, elche schon etwas von ihrem Krystallwasser durch das rocknen über Schwefelsäure verloren hatte, so mufs die ahre Menge etwas gröfser seyn, als ich hier gefunden habe. er wahre Werth mufs also zwischen 10,24 und 13,08 lieen. Die Rechnung ergiebt für zwei Atome Wasser 12,08 roc. Die Formel für das krystallisirte Kreatin ist also

$C^8H^9N^3O^4 + 2H$.

Um nun das Atomgewicht dieses Stoffes zu bestimmen, ar es wichtig seine Chlorzinkverbindung einer genauen Unersuchung zu unterwerfen. Diese verliert, bei 120° C. gerocknet, nur Spuren von hygrokospischem Wasser.

0,3857 Grm. der bei 120° C. getrockneten Substanz gaben 0,3725 Grm. Kohlensäure und 0,140 Grm. Wasser. Diefs entspricht 0,1016 Grm. oder 26,34 Proc. Kohlenstoff, und 0,0155 Grm. oder 4,03 Proc. Wasserstoff.

Aus 0,3845 Grm. derselben erhielt ich 0,370 Grm. Kohlensäure und 0,135 Grm. Wasser, d. h. 0,1009 Grm. oder

26,24 Proc. Kohlenstoff, und 0,015 Grm. oder 3,90 Proc. Wasserstoff.

Den Stickstoff in dieser Substanz konnte ich nicht nach der Methode von Will und Varrentrapp bestimmen, da dieselbe sich dabei so aufblähte, dafs das Verbrennungsrohr verstopft wurde und sprang. Ich verbrannte daher das Kreatinchlorzink in einem Strome von Kohlensäure, nachdem es mit Kupferoxyd gemengt und hinreichend metallisches Kupfer vorgelegt worden war.

Der so aus 0,4875 Grm. erhaltene, über Quecksilber aufgefangene feuchte Stickstoff betrug, nachdem die Kohlensäure durch kaustisches Kali absorbirt worden war, 94 Kubc. bei 3° C. und 0,7457 Millim. Barometerstand. Diefs ist gleich 90,5 Kubc. trocknen Stickstoffs bei 0° C. und 0,760 Millim. Barometerstand, oder gleich 0,1147 Grm. oder 23,54 Proc. Stickstoff.

Das Chlor und das Zink in dieser Verbindung bestimmte ich auf folgende Weise. Die getrocknete Substanz wurde in Wasser und etwas Salpetersäure gelöst, und das Chlor durch salpetersaures Silberoxyd gefällt. Die davon abfiltrirte Flüssigkeit wurde ammoniakalisch gemacht, und das Zink nebst dem überflüssig zugesetzten Silber durch Schwefelammonium gefällt, der ausgewaschene Niederschlag in Salpetersäure gelöst, das Silber mit Salzsäure gefällt, und endlich das Zink aus der abfiltrirten Flüssigkeit auf die bekannte Weise mittelst kohlensauren Natrons niedergeschlagen.

Bei dem weiter unten zuletzt angegebenen Versuche bestimmte ich das Zink durch Zerstören der Substanz mit erhitzter concentrirter Schwefelsäure, Auflösen des rückständigen Zinksalzes mit Hülfe von etwas Salzsäure und Fällen des Zinkoxyds durch kohlensaures Natron.

0,6717 Grm. gaben 0,521 Grm. Chlorsilber und 0,148 Grm. Zinkoxyd. Diefs entspricht 0,1285 Grm. oder 19,13 Proc. Chlor, und 0,1186 Grm. oder 17,66 Proc. Zink.

Aus 0,7575 Grm. erhielt ich 0,589 Grm. Chlorsilber und 0,1685 Grm. Zinkoxyd; woraus sich ein Gehalt von 0,1453 Grm. oder 19,18 Proc. Chlor, und 0,135 Grm. oder 17,82 Proc. Zink ergiebt.

0,425 Grm. gaben 0,095 Grm. Zinkoxyd, d. h. 0,0761 Grm. oder 17,91 Proc. Zink.

Die Ergebnisse der Analyse sind folgende:

	I.	II.	III.	Berechnet.	
Kohlenstoff	26,34	26,24		26,57	8 C
Wasserstoff	4,03	3,90		3,87	7 H
Stickstoff	23,54	23,54		23,25	3 N
Sauerstoff	9,30	9,32		8,86	2 O
Zink	17,66	17,82	17,91	17,85	1 Zn
Chlor	19,13	19,18		19,60	1 Ct
	100	100		100.	

Die Formel für diese Verbindung ist also $C^8H^7N^3O^2 + ClZn$. Da die Formel des krystallisirten Kreatins $C^8H^9N^3O^4 + 2H$ ist, so folgt hieraus, dafs es, wenn es sich mit Chlorzink verbindet, nicht allein die beiden Atome Krystallwasser verliert, sondern noch fernere zwei Atome Wasser abgiebt, an deren Stelle ein Atom Chlorzink tritt.

Die Zusammensetzung des hypothetisch wasserfreien Kreatins ist daher folgende:

	Proc.	Atomgewicht.
8 C	= 42,48	= 600
7 H	= 6,19	= 87,5
3 N	= 37,17	= 525
2 O	= 14,16	= 200
	100	1412,5.

Das Atomgewicht des Kreatins ergiebt sich danach gleich 1412,5.

Das Kreatin aus dem Fleisch suchte ich auf folgende Weise darzustellen: Drei Pfund Rindfleisch wurde in kleine Stücke geschnitten und mit destillirtem Wasser ausgekocht, die klare Flüssigkeit bis auf ein geringes Volumen eingedampft und mit einer hinreichenden Menge Alkohol versetzt, um die dadurch fällbare Substanz abzusondern. Die filtrirte Flüssigkeit wurde bis fast zur Trockne abgedampft und der Rückstand mit Alkohol ausgekocht. Den abfiltrirten Alkohol liefs ich längere Zeit recht kalt stehen, um die Abscheidung des Kreatins zu befördern. Allein bei einem ersten Versuche sonderten sich keine Krystalle aus. Ich setzte daher zu der alkoholischen Flüssigkeit eine gleichfalls alkoholische Lösung von Chlorzink, worauf sich nach einiger Zeit Kryställchen absetzten, die ganz das Ansehen der Chlorzinkverbindung des Kreatins aus dem Harn hatten. Diese Krystalle löste ich in kochendem Wasser, schied die Lösung von dem Ungelösten durch Filtration und dampfte sie zur Krystallisation ab. Die so erhaltenen Krystalle wusch ich zuerst mit etwas Wasser, dann mit verdünntem Spiritus aus, bis in der Waschflüssigkeit kaum Spuren von Chlor zu entdek-

ken waren. Eine geringe Menge der so erhaltenen Substanz in Wasser und etwas Salpetersäure gelöst, gab dagegen einen reichlichen käsigen Niederschlag von Chlorsilber. Hieraus ging schon mit höchster Wahrscheinlichkeit hervor, dafs diese Krystallchen aus der Chlorzinkverbindung desselben Stoffes, welchen ich im Harn gefunden habe, bestehen.

Allein um mit Bestimmtheit nachzuweisen, dafs dieser Niederschlag wirklich das von Chevreul entdeckte Kreatin enthalte, mufste ich dieses nach seiner Methode rein darstellen, und nun versuchen, ob es jenen Niederschlag mit Chlorzink giebt.

Bei einem zweiten Versuche, es aus dem Fleisch zu erhalten, sonderten sich in der That ziemlich viel Krystalle des reinen Kreatins aus der alkoholischen Lösung ab. Sie wurden mit Alkohol gewaschen, und durch Umkrystallisiren aus Wasser vollkommen weifs erhalten. Eine concentrirte Lösung derselben in Wasser, zu der etwas Alkohol gesetzt worden war, gab nach einiger Zeit einen reichlichen krystallinischen Niederschlag.

Die Form, welche diese Kryställchen unter dem Mikroskope zeigten, war genau dieselbe, wie ich sie von der reinen Chlorzinkverbindung der von mir und Pettenkofer im Harn gefundenen Substanz beschrieben habe. Die gut ausgewaschenen Krystalle enthielten viel Chlor und Zink. Genug das Kreatin aus dem Fleisch verhielt sich gegen Chlorzink genau wie das aus dem Harn dargestellte. Allein diese Verbindung ist mittelst vollkommen reinen Kreatins, mag es aus dem Fleisch oder dem Harn dargestellt seyn, schwerer zu erhalten, als wenn es noch unrein und mit Extractivstoffen gemengt ist. Denn das reine Kreatin ist in kaltem Wasser nicht eigentlich ganz leicht löslich [1]), so dafs eine Lösung von Kreatin in Wasser, aus der sich bei $+2^{\circ}$ Krystalle desselben abgeschieden hatten, mit einer concentrirten alkoholischen Lösung von Chlorzink versetzt, selbst nach mehreren Tagen kein Kreatinchlorzink absetzte. Man erhält diese Verbindung aber immer, wenn man eine concentrirte Lösung von Kreatin in kochendem Wasser mit Clorzinklösung versetzt. Ist dagegen das Kreatin mit Extractivstoffen verunreinigt, so scheidet es sich weit weniger leicht aus seiner wäfsrigen Lösung ab, wogegen die Chlorzinkverbindung sich ohne Schwierigkeit daraus fällen läfst, namentlich wenn noch Alkohol der Lösung zugesetzt wird.

1) Nach Chevreul lösen sich in 1000 Theilen Wasser nur 12,04 Theile auf. Journ. f. pract. Chemie, Bd. 6, S. 123.

Im Uebrigen besitzt das Kreatin aus dem Fleisch durchaus alle Eigenschaften des aus dem Harn dargestellten, so dafs ich nicht mehr an der Identität beider zweifelte.

Um aber alle noch möglichen Zweifel zu beseitigen, war ich eben im Begriff auch die Elementaranalyse des Kreatins aus dem Fleisch anzustellen, als mir die No. 3 der diefsjährigen *Comptes rendus de l'académie des sciences* in die Hände kam. Seite 69 dieses Hefts findet sich ein kurzer Auszug aus einer gröfseren im Druck befindlichen Abhandlung von Liebig. Dieser hat das Kreatin aus dem Fleische dargestellt und analysirt. Er fand dafür die Formel $C^8H^9N^3O^4+2H$, dieselbe, welche ich oben für das Kreatin aus dem Harn angegeben habe.

Diese Arbeit von Liebig überhebt mich der Mühe auch das aus dem Fleisch dargestellte zu analysiren, und giebt den Beweis, dafs dieses mit dem aus dem Harn gewonnenen nicht allein, wie ich oben gezeigt habe, gleiche Eigenschaften, sondern auch gleiche Zusammensetzung hat.

Um nun auch nachzuweisen, dafs die Chlorzinkverbindung des Kreatins aus dem Fleisch eben so zusammengesetzt ist, wie die des aus dem Harn erhaltenen, habe ich die Menge des Chlors und des Zinks bestimmt, welche jenes in dieser Verbindung aufnimmt.

0,467 Grm. derselben, die aus dem nach Chevreul's Methode erhaltenen Kreatin dargestellt waren, lieferten 0,363 Grm. Chlorsilber. Diefs entspricht 0,0895 Grm. oder 19,18 Proc. Chlor.

Aus 0,780 Grm. der Chlorzinkverbindung, die aus Kreatin dargestellt war, welches ich nach der neuen besseren Methode von Liebig gewonnen hatte, wurden 0,174 Grm. Zinkoxyd erhalten. Diefs entspricht 0,1394 Grm. oder 17,87 Proc. Zink.

Diese Zahlen stimmen genau genug mit der Rechnung überein, welche 17,85 Proc. Zink und 19,60 Proc. Chlor verlangt.

Man war früher zweifelhaft, ob das Kreatin fertig gebildet im Fleisch enthalten sey, oder erst durch das Kochen desselben erzeugt werde. Aus Liebig's Arbeit geht hervor, dafs ersteres der Fall ist, da er es aus demselben durch Waschen mit kaltem Wasser auszuziehen vermocht hat. Eben so liefert das Vorhandenseyn desselben im Harn einen weiteren Beweis dafür.

Man mufs annehmen, dafs das Kreatin im thierischen Organismus gebildet wird, weil es im Pflanzenreiche, na-

mentlich in der Nahrung der Pflanzenfresser, nicht aufgefunden ist, Liebig aber es im Fleisch vom Huhn, Pferde, Ochsen, Kalb, vom Hammel, Schwein und vom Hasen nachgewiesen hat, wie auch ich es im Harn von Menschen und Pferden gefunden habe. Wenn daher die Nahrung derselben kein Kreatin enthält, so kann das im Harn und Fleisch enthaltene nur in ihnen selbst erzeugt werden.

Da Liebig das Kreatin nur in solchen Theilen des thierischen Körpers gefunden hat, welche aus Muskelfasern bestehen, also aufser in dem gewöhnlichen Muskelfleisch, auch in dem Herzen, da es aber, nach ihm, in der Lunge, der Leber, dem Gehirn, den Nieren nicht enthalten ist, so ist höchst wahrscheinlich, dafs es aus der Muskelsubstanz gebildet wird. Ob es aber ein Product derjenigen chemischen Veränderung ist, welche bei der Muskelbewegung stattfindet, diese wichtige Frage bedarf, obgleich es wahrscheinlich ist, noch der directen Bestätigung, welche ich mir vorbehalte. Ist aber das Kreatin wirklich ein Zersetzungsproduct der Muskelsubstanz, und wird es nur in dieser gebildet, so ist es klar, dafs das Kreatin, welches sich im Harn der pflanzenfressenden Thiere findet, seinen Ursprung in den Muskeln nimmt, als ein für den Organismus unbrauchbarer Stoff von den Gefäfsen resorbirt und durch die Nieren aus dem Blute wieder secernirt wird. Es ist also nicht einer der Stoffe, welche zur Ernährung dienen, sondern es darf nur als ein excrementeller Stoff betrachtet werden. Obgleich es daher in der Fleischbrühe stets enthalten und sogar zuerst gerade darin von Chevreul aufgefunden worden ist, so ist es dennoch in sofern nicht als ein wesentlicher Bestandtheil derselben anzusehen, als es nicht zu ihrer Nahrhaftigkeit beiträgt.

Bei den fleischfressenden Thieren kann das in ihrem Harn enthaltene Kreatin natürlich doppelten Ursprungs seyn. Einerseits nämlich mag es aus dem Fleische, welches von ihnen als Nahrung genossen wird, in ihren Harn übergehen. Ein anderer Theil wird offenbar in ihren Muskeln gebildet, aus ihnen von den Gefäfsen aufgenommen, und endlich durch die Nieren secernirt. Ob aber das Kreatin aus der Fleischnahrung dieser Thiere in der That in das Blut derselben unverändert übergehe, so dafs es gleichfalls unverändert im Harn wieder abgesondert werden könne, das ist eine bis jetzt noch unerledigte Frage.

sig-

bis-
blu-
die
det,
mu-
kör-
we-
pm-
sen,
die
naf-

hä-
un-
an-
ver
ebt
ich
ten
er-
ten
ler
in-

n-
en
37.

ment L
funde
Ochs
gewi
Pferd
selbe
entha
D
thieris
beste
auch
der L
ist h
gebild
schen
stattfi
scheir
mir
setzu
diese
im H
sprun
unbra
die
also
sond
tet v
entha
aufge
als
es ni
E
entha
ners
als
ande
ihne
die
nahr
unve
Haru
noch

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS

1847. ANNALEN No. 4.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXX.

I. *Untersuchung über die Cohäsion der Flüssigkeiten; von C. Brunner, Sohn.*

Einleitung.

Die Gesetze, nach welchen die Körpermassen in den gröfsten Entfernungen auf einander einwirken, sind mit absoluter Schärfe bekannt; von der Kraft hingegen, welche die Theilchen ein und desselben Körpers an einander bindet, sind die Kenntnisse kaum aus dem Gebiete der Vermuthungen getreten, und während die Bahnen der Weltkörper, welche durch die Gravitation in ihrer ewigen Bewegung an einander gebunden sind, in allen denkbaren Combinationen sich mit der gröfsten Schärfe berechnen lassen, sind wir nicht im Stande voraus zu bestimmen, wie die Kraft, mit welcher ein Wassertropfen an dem andern haftet, sich unter verschiedenen Umständen verhalte.

Der Grund dieser mangelhaften Kenntnisse der Cohäsionskraft liegt wohl darin, dafs die meisten Erscheinungen, bei welchen die Cohäsion wirkt, durch eine Menge anderer Kräfte mitbedingt werden, deren Antheil es schwer hält von demjenigen der Cohäsion zu isoliren. Es giebt aber eine Klasse von Erscheinungen, welche ausschliefslich durch die Kräfte bedingt sind, mit welchen die kleinsten Theilchen der Körper an einander haften, und ihre Untersuchung gestattet, Dank den Arbeiten derau sgezeichnetsten Mathematiker, diesen noch so mysteriösen Verhältnissen der Cohäsion uns mehr zu nähern, als vielleicht irgend ein anderer Theil der Physik.

Nachdem die Lehre von der Capillarität durch Montanari [1]) die erste wissenschaftliche Begründung erhalten

1) *Geminiano Montanari. Pensieri fisico-matematici. Bologna* 1667.

hatte, wurden bis in die neueste Zeit fortwährend die hieher gehörenden Erscheinungen durch viele einzelne Beobachtungen bedeutend vermehrt. Sie blieben jedoch nur fragmentarisch, bis dafs Young [1]) und Laplace [2]) sie durch umfassende Theorien vereinigten. In Bezug auf letztere Arbeit äufserte ein Berichterstatter im J. 1807: »*Lorsqu'une série nombreuse de phénomènes se trouve ramenée à une même cause naturelle, dont l'existence est incontestable, et qu'elle y est assujéttie jusque dans ses plus petits détails au moyen d'un calcul rigoureux, elle sort du domaine de la physique vulgaire, et ne forme plus qu'un ensemble de vérités mathématiques; c'est ainsi que la théorie des phénomènes capillaires doit être considérée maintenant*« [3]).

Wirklich schien man jetzt geneigt, diese ganze Klasse von Erscheinungen durch diese Arbeiten als abgeschlossen zu betrachten, und unterliefs fernere Experimente, da man in denselben nichts als eine Bestätigung der Lehre von Laplace erwartete. Um so mehr fand dieses statt, nachdem Hr. Gaufs durch die Lehre vom Gleichgewicht der Flüssigkeiten [4]) und Poisson [5]) durch seine neue Theorie der Capillarität diese Lehre auf eine Stufe der mathematischen Entwicklung gebracht hatten, die nur wenige Theile der Physik einnehmen.

Bei der grofsen Aufmerksamkeit, welche die theoretischen Physiker den Capillarphänomenen geschenkt haben, sind der experimentellen Untersuchungen verhältnifsmäfsig

1) *An Essay on the Cohaesion of Fluids. Philosophical Transactions* 1805.

2) *Sur l'action capillaire: Supplément au X livre du traité de mécanique céleste,* und *Supplément à la théorie de l'action capillaire.* Beide im *Traité de mécanique céleste, T. IV. Paris* 1805.

3) Biot, *Extrait du Supplément à la théorie de l'action capillaire. Journal de Physique, T. LXV.* 1807. *p.* 95.

4) *Principia generalia theoriae fluidorum in statu aequilibrii.* In den *Comment. soc. scient. Gottingensis, Vol. VII.* 1829.

5) *Nouvelle théorie de l'action capillaire. Paris* 1831.

nur wenige ausgeführt worden. Die grofse Genauigkeit, welche dieselben verlangen, wenn ihre Resultate als Prüfstein der mathematischen Deductionen angesehen werden sollen, mag der Grund seyn, warum Laplace sowohl, als auch Poisson, aufser den wenigen von Gay-Lussac ausgeführten Experimenten, keine andern als Belege für ihre mathematischen Speculationen anführen.

Es ist nicht meine Aufgabe, die Formeln für die Capillaritätserscheinungen abzuleiten, eine Arbeit, welcher sich die gröfsten Mathematiker der Zeit unterzogen haben. Aber für meine Untersuchung ist es von grofser Wichtigkeit, die Kräfte zu kennen, durch welche diese Erscheinungen bedingt sind. Ich werde daher im Folgenden sowohl aus den theoretischen Arbeiten, als auch aus den experimentellen Untersuchungen, die hieher gehörenden Daten zu ziehen suchen.

Wenn ein flüssiger Körper mit einem festen in Berührung kommt, so wirkt letzterer auf den ersten vermöge der Anziehungskraft zwischen festen und flüssigen Körpern, welche man als *Adhäsion* bezeichnet, wofür Hr. Frankenheim den Ausdruck »Prosaphie« eingeführt hat [1]). Vermöge dieser Kraft hat die Flüssigkeit das Bestreben, den festen Körper in's Unendliche zu überziehen. Ihr setzt eine Gränze: die *Cohäsion* (»Synaphie«. Frankenheim) des flüssigen Körpers, welche bewirkt, dafs die Flüssigkeitstheilchen, die das Bestreben haben den festen Körper zu überziehen, nur in sofern der Adhäsion folgen können, als sie eine ganze Masse der Flüssigkeit mit sich fortreifsen. Wenn die Wirkung dieser Kräfte die Flüssigkeit über das Niveau zu erheben sucht, welches durch die Gesetze des hydrostatischen Gleichgewichts bedingt wird, so wird die Flüssigkeit so lange in die Höhe steigen, als drittens die *Schwere* es gestattet.

Durch Combination dieser drei Kräfte entsteht die Form der Flüssigkeitsoberfläche, welche einen aus der Flüssigkeit hervorragenden festen Körper berührt.

1) Die Lehre von der Cohäsion. Breslau 1835. S. 61.

Ist die Wirkung der Cohäsion gröfser als diejenige der Adhäsion, so wird die Oberfläche der berührenden Flüssigkeit convex, indem sich der feste Körper wie ein Widerstand verhält, der sich dem Bestreben der Flüssigkeit, das durch das hydrostatische Gleichgewicht bedingte Niveau anzunehmen, entgegensetzt. Die Flüssigkeit benetzt den festen Körper nicht.

Ueberwiegt hingegen die Adhäsion, so wird die Oberfläche der berührenden Flüssigkeit concav. Die Flüssigkeit benetzt den festen Körper.

Wendet man diese allgemeinen Betrachtungen auf die Erscheinungen in Capillarröhren an, so findet im ersten Falle, wo die Cohäsion überwiegt, Capillardepression statt; im zweiten, wo die Adhäsion gröfser ist, Ascension.

Laplace leitet nach seiner zweiten Methode [1]) eine Formel für die Höhe ab, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren sich erhebt, welche wegen ihrer Einfachheit beinahe in allen Lehrbüchern der Physik aufgenommen ist. In dieser Formel

$$gD.V=(2\varrho-\varrho')c$$

ist $gD.V$ das Gewicht der gehobenen Flüssigkeitssäule ϱ und ϱ' sind Gröfsen, wovon erstere die Wirkung des Glases auf die Flüssigkeit, und letztere die Wirkung der Flüssigkeit auf sich selbst bezeichnet, c endlich der Umfang des Querschnittes der Röhre.

Die schon von Jurin [2]) beobachtete Erscheinung, dafs in einer Capillarröhre, deren unterer Theil so sehr erweitert ist, dafs er nicht mehr capillar ist, die Flüssigkeit eben so hoch steht, wie in einer cylindrischen Röhre, wenn nur die Stelle, wo der Meniscus steht, in beiden Röhren die nämliche Weite hat, verträgt sich nicht mit der Ableitung dieser Formel, bei welcher die anziehende Wirkung des unteren Randes der Capillarröhre gegen die darunter be-

1) *Second supplément au Xme livre de la mécanique céleste*, *p.* 14.

2) *Philosoph. Transact.*, *No.* 355, *p.* 739; nach: Musschenbroek, *Dissertatio de tubis capillaribus vitreis.* 1729. *p.* 309.

findliche Flüssigkeit gleich derjenigen angenommen ist, welche am oberen Ende der Flüssigkeitssäule wirkt.

Die Formel selbst enthält auch, wie ich sogleich nach Laplace's eigenen Betrachtungen darthun werde, eine Vorstellung, welche leicht zu einer ganz falschen Anschauungsweise der Capillarerscheinungen führt.

Nach dieser Formel ist die Capillarhöhe bedingt durch den Ueberschufs der Adhäsion der Flüssigkeit gegen die Röhrenwand über die Cohäsion der Flüssigkeit selbst. Wie verträgt sich damit das Experiment? — Der Alkohol erhebt sich in ein und derselben Capillarröhre bei weitem nicht so hoch als das Wasser. Damit die Formel dieser Erscheinung entspreche, kann man zweierlei annehmen: entweder dafs 2ϱ (die Adhäsionskraft) beim Alkohol geringer als beim Wasser sey, oder zweitens, dafs ϱ' (die Cohäsionskraft) beim Alkohol gröfser sey als beim Wasser. Beide Annahmen sind unhaltbar. Obgleich wir kein Mittel haben, die Adhäsionskraft isolirt zu beobachten, so scheinen doch einige Erscheinungen geeignet, Aufschlufs über die relative Adhäsionskraft der beiden Flüssigkeiten zu geben. Wenn man nämlich auf einen mit Wasser befeuchteten festen Körper einen Tropfen Alkohol bringt, so verbreitet sich dieser über die Oberfläche, indem er sichtlich das Wasser zurückdrängt, was dafür spricht, dafs die Adhäsion des Alkohols, entgegengesetzt jener Annahme, gröfser ist als die des Wassers [1]).

Es bleibt nur noch die Annahme übrig, dafs ϱ' (die Cohäsionskraft) beim Alkohol gröfser sey als beim Wasser. Die Methode, welche am directesten einen Vergleich der Cohäsionskraft verschiedener Flüssigkeiten darbietet, ist

1) Wenn auch die gegenseitige Abstofsung des Alkohols und Wassers, welche nach den hübschen Versuchen von J. Mile (Poggend. Annal. Bd. 45, 1838, S. 521) angenommen werden mufs, nicht verwechselt werden darf mit dem Verhalten der beiden Flüssigkeiten gegen den festen Körper, so geht doch, wie aus oben angeführtem Versuche, so auch aus allen Versuchen von Mile hervor, dafs Alkohol eine gröfsere Adhäsion zum Glase hat als Wasser.

die der Adhäsionsscheiben, durch welche wir die Kraft messen, welche nothwendig ist, um die Flüssigkeitstheilchen von einander zu trennen: es findet sich nun, dafs eine viel bedeutendere Kraft dazu gehört, ein und dieselbe Scheibe von Wasser zu reifsen, als von Alkohol, was unmittelbar beweist, dafs die Cohäsionskraft des Wassers gröfser ist, als die des Alkohols. Also auch diese Betrachtung widerspricht jener Formel, welche überhaupt die fehlerhafte Annahme enthält, dafs der Fall eintreten kann, wo mit Zunahme der Cohäsion die Capillarhöhe fällt.

Betrachten wir den Vorgang bei den Erscheinungen der Capillarascension, so ergiebt sich, dafs vermöge der Adhäsion ein unendlich dünner Ueberzug von Flüssigkeit die Röhrenwand überkleidet [1]), und erst dieses Flüssigkeitsröhrchen hebt die ganze innere Säule vermöge der Cohäsion, wie schon Laplace dargethan hat (*Supplément au Xme livre de la mécanique céleste, p. 9): »Si l'intensité de l'attraction du tube sur le fluide surpasse celle de l'attraction du fluide sur lui-même, il me paraît vraisemblable qu'alors le fluide, en s'attachant au tube, forme un tube intérieur qui seul élève le fluide dont la surface est concave et celle d'une demi-sphère. On peut conjecturer avec vraisemblance, que ce cas est celui de l'eau et des huiles, dans les tubes de verre.«* (Ferner: *Supplément à la théorie de l'action capillaire, p. 15* und *p. 71.*)

Wenn also die gehobene Flüssigkeitssäule von einer Flüssigkeitsröhre getragen wird, so kommt bei Beurtheilung der Höhe, bis zu welcher eine benetzende Flüssigkeit in Capillarröhren sich erhebt, die Adhäsion nicht mehr in Betracht, und jene Bedingungen für die Form im Allgemei-

1) Poisson, *Nouvelle théorie, p. 105: „On doit conclure que quand l'attraction du tube sur le liquide l'emporte sur l'attraction propre du liquide, une couche de ce fluide, d'une épaisseur aussi petite que l'on voudra, s'élève au-dessus de la surface capillaire, le long de la paroi du tube et jusqu'à son extrémité supérieure. Dans ce cas, on pourra remplacer la paroi du tube par une surface cylindrique, tracée dans l'intérieur du liquide et indéfiniment prolongée au-dessus et au-dessous de la surface capillaire.“*

nen, welche die Oberfläche der Flüssigkeit in Berührung mit einem festen Körper annimmt, findet bei Bestimmung der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren steigt, nicht mehr statt. Poisson hat daher diese ganze Betrachtungsweise von Laplace nicht aufgenommen. Laplace selbst führt sie nur anhangsweise an, und durch eine geschickte Wendung führt er die Formel $(2\varrho - \varrho')c$ auf einen Ausdruck zurück, welchen er aus der Wirkung des Meniscus abgeleitet hat [1]), so dafs seine Betrachtungsweise keinen weiteren Einfluſs auf seine Theorie der Capillarattraction ausübt. Clairaut [2]) hingegen beging den Fehler, eine solche Formel für die Capillarhöhe anzuwenden, in welcher die Wirkung der Röhre auf die Flüssigkeit enthalten ist, aber eben wegen dieses Fehlers hat Clairaut, wie Poisson bemerkt [3]), nur den Weg eröffnet und nicht das Experimentalgesetz ableiten können.

In den meisten Lehrbüchern der Physik ist nur allein jene, oben angeführte Betrachtungsweise von Laplace aufgenommen, und somit entlehnt man gewöhnlich von den schönen Untersuchungen des grofsen Mathematikers keineswegs den Glanzpunkt der *Théorie de l'action capillaire;* denn ich glaube, nach dem Angeführten, keinen Anstand nehmen zu dürfen, die Unhaltbarkeit dieser Auffassungsweise auszusprechen.

Wenn also die Kräfte, welche die Höhe bedingen, bis zu welcher die Flüssigkeiten in Capillarröhren steigen, nur Functionen der Cohäsion und des specifischen Gewichtes sind, so sind die Erscheinungen in Capillarröhren durch die nämlichen Ursachen bedingt, welche die Kraft bestimmen, mit welcher benetzbare Scheiben von Flüssigkeiten abgerissen werden. Gestützt darauf, theilt Poisson eine Formel mit, zur Reduction der Capillarhöhe auf das Gewicht, welches nothwendig ist, um Scheiben von be-

1) *Second supplément, p.* 17.

2) *Théorie de la figure de la terre. Paris* 1743. *Chap. X.*

3) *Nouvelle théorie de l'action capillaire. Préambule, p.* 2.

stimmter Gröfse benetzt von der Flüssigkeit abzureifsen [1]), eine Formel, deren Berechnung vollkommen zu den nämlichen Resultaten führt, wie die von Hrn. Gay-Lussac angestellten directen Versuche, wodurch die Richtigkeit der Ansicht, von welcher Poisson ausgegangen ist, vollkommen dargethan wird.

Nicht allein auf theoretischem, sondern auch auf experimentellem Wege ist man zu dem Schlusse gelangt, dafs das Material des festen Körpers keinen Einfluſs auf die Höhe hat, bis zu welcher die Flüssigkeit sich an demselben erhebt, in sofern nur der feste Körper von der Flüssigkeit vollständig benetzt wird. Hr. Oersted hat mit einer eigenen Vorrichtung, welche ihm gestattet die Capillarerscheinungen auch bei undurchsichtigen Körpern zu studiren, gefunden, dafs die Capillarität des Wassers in Glas und in amalgamirtem Kupfer gleich grofs ist [2]). In neuester Zeit hat Hr. Hagen die Ascension des Wassers an Scheiben von Buxbaum, Thonschiefer und Glas beobachtet, und gefunden, dafs die Erhebung der Oberfläche jedesmal mit der an einer Messingscheibe beobachteten so genau übereinstimmt, dafs die sehr geringen Abweichungen nur als Folge der Beobachtungsfehler angesehen werden müssen [3]).

Wenn auf diese Weise dargethan ist, dafs die Materie des festen Körpers auf die Capillarhöhe keinen Einfluſs ausübt, so ist dieses eine fernere Bestätigung der theoretischen Betrachtung, dafs überhaupt die Adhäsion bei Be-

1) *Nouvelle théorie, p.* 234.

2) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. 1840. Bd. 53, S. 614, aus: *Oversigt over det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger og dets Medlemmers Arbeider i Aaret* 1840. — Eine Abbildung des Apparates findet sich in: Buys-Ballot, *Disquisitio physica inauguralis de Synaphia et Prosaphia. Trajecti ad Rhenum* 1844.

3) G. Hagen: Ueber die Oberfläche der Flüssigkeiten. Eine in der Königlichen Academie der Wissenschaften gelesene Abhandlung. Berlin 1845. S. 27. (Auch dies. Ann. Bd. 67, S. 1 und S. 152.)

urtheilung der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeiten in Capillarröhren steigen, nicht in Betracht komme [1]).

Wir finden also in diesen Erscheinungen ein Mittel, die Cohäsion der flüssigen Körper beinahe unmittelbar zu studiren. Sie führen zu der Ansicht, dafs die Cohäsion selbst keine einfache Kraft ist; aber die Betrachtung dieser Kraft bewegt sich bis jetzt noch in jenem Gebiete der Vermuthungen, welche nur als einstweiliges Hülfsmittel zum Verständnifs der Erscheinungen angesehen werden dürfen.

Die Cohäsion wird betrachtet als das Resultat der Molecularkräfte, und diese sind zusammengesetzt aus einer Molecularanziehung und einer in entgegengesetzter Richtung wirkenden Kraft, die man als Molecularabstofsung, oder, nach Poisson's Ausdruck, als »Abstofsung der Wärme« bezeichnet. Die hieher gehörende Stelle in dessen Werke lautet [2]):

1) Mit der Betrachtungsweise der Capillar-Erscheinungen, wie sie aus dem oben Entwickelten hervorgeht, stimmen auffallenderweise Ansichten überein, welche schon im 17ten Jahrhundert sich bei Montanari finden, jedoch, wie es scheint, später unbeachtet blieben. Er sagt in seinen *Pensieri fisico-matematici, Bologna* 1667, *p.* 30: *„Habbiamo fatti lunghi essami, per riconoscere in qual proportione rispondessero frà di loro le viscosità di diversi liquidi, ed altre particolarità, e da questa adesione delle parti frà loro nasce, che non puo facilmente muoversi una-d'esse, che seco non ne tragga molt' altre, che per tal cagione a lei s'attaccono."* In Bezug auf die erste Ursache der Erhebung der Flüssigkeit an einem festen Körper sagt er *p.* 35: *„I liquidi quasi invisibilmente sormontano lungo le sponde dei vasi a molta altezza, ungendole, per cosi dire, sottilissimamente . . . . . ma perche hanno le particole acquee questa viscosità fra loro, ne segue, che nell' ascendere presso la sponda le prime di loro sono seguitate da tanta copia d'altre con esso loro invischiate, che in vece di stendersi in sottil velo, come dicemmo, piu tosto a forma di cuneo, o bietta lungo la sponda in poca altezza rimangono."* In Bezug auf die Ursache, welche die Höhe bestimmt, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren sich erhebt, sagt er *p.* 36 *„Allora le particole non piu alto salgono quando sono in equilibrio queste forze, cioè quando le particole, che toccano la sponda sono pervenute a quell' altezza, ove maggior mole d'acqua non possino con la viscosità loro sustinere in quel cuneo."*

2) *Nouvelle théorie, p.* 267.

»Toutes les parties de la matière sont soumises à deux sortes d'actions mutuelles. L'une de ces forces est attractive, ... et produit la pesenteur universelle et tous les phénomènes qui sont du ressort de la mécanique céleste. L'autre est en partie attractive et en partie répulsive; elle dépend de la nature des molécules et de leur quantité de calorique. On attribue la partie attractive à la matière pondérable, et la partie répulsive au calorique; et, en effet, celle-ci change d'intensité, quoique le poidsdes molécules n'ait pas changé. L'excès de l'une sur l'autre est ce qu'on appelle proprement la force moléculaire. Elle tend à rapprocher ou à écarter les molécules, selon que l'action de la matière pondérable est plus grande ou moindre que l'action calorifique.«

Die erstere Kraft, die Molecularanziehung, folgt wahrscheinlich den Gesetzen der Gravitation, denn sie ist eine reine Wirkung der Massen. Die entgegengesetzt wirkende Kraft folgt Gesetzen, die bisher noch unbekannt sind. Nur so viel ist bekannt, dafs sie sich mit der Temperaturerhöhung bedeutend verstärkt, aber mit der Entfernung der Molekel aufserordentlich schnell abnimmt. Sie ist der Wirkung einer Feder zu vergleichen, welche die Molekel aus einander hält, und deren Elasticität mit der Temperaturerhöhung wächst, die Spannung aber mit der gegenseitigen Entfernung der Molekel schnell abnimmt. Sie ist, nach der alten Annahme eines Wärmestoffs, die Repulsionskraft dieses Stoffes, oder, nach der Ampère'schen Theorie, der lebendigen Kraft der Aetherschwingungen proportional. Ihre Gesetze sind bis jetzt nur bei den Gasarten untersucht, wo die Wirkung der Molecularanziehung unendlich klein ist, und alle Erscheinungen vorzüglich durch die Repulsionskraft bedingt sind [1]). Diese ist es aber auch, welche die Ausdehnung der Körper durch Wärme und alle jene physikalischen Erscheinungen bei Volumenveränderung bedingt,

1) Der Beweis, dafs jedoch selbst bei den Gasarten der attractorische Theil der Molecularkräfte noch einen, wenn gleich geringen, Einfluſs ausübt, ist der Umstand, dafs das Mariotte'sche Gesetz nur annähernd richtig ist.

in denen man bis jetzt vergeblich bestimmte Gesetze gesucht hat: vergeblich, weil man den Antheil der Repulsionskraft nicht trennen konnte von demjenigen der Molecularattraction.

In den Analysen der Capillarerscheinungen nahm man eben so wenig diese Trennung vor, obgleich wohl die Wirkung beider Kräfte anerkannt war. Man konnte diese Trennung um so eher vernachlässigen, als zu all' den gewöhnlich beobachteten Erscheinungen die Betrachtung der aus beiden Kräften Resultirenden vollkommen hinreichte. Laplace sowohl, als auch Poisson nehmen im Calcul nur allein auf diese Resultirende Rücksicht, welche Poisson schlechthin »*force moléculaire*« nennt. Sie betrachten dieselbe als, unter jeden Umständen, constant oder nur allein den Veränderungen unterworfen, welche mit der Entfernung der Molekel eintreten, und halten die Veränderung, welche die Repulsionskraft erleidet, für so unbedeutend, dafs sie dieselbe vernachlässigen.

Es soll die Hauptaufgabe dieser Arbeit seyn, zu zeigen, dafs bedeutende Veränderungen im Verhältnifs der beiden Componenten eintreten, so dafs die Erscheinungen nicht mehr mit der Berechnung übereinstimmen, welche auf jener Voraussetzung der Constanz der Resultante der anziehenden und abstofsenden Kraft, der »*force moléculaire*« beruhen.

Ein Mittel, um zu erreichen, dafs die beiden Kräfte in ungleichem Verhältnisse sich verändern, bietet uns die Erhöhung der Temperatur dar: Während durch den Temperaturwechsel die Molecularanziehung nur in sofern eine Veränderung erleidet, als die Dichtigkeit eine andere wird, vermehrt oder vermindert sich die Intensität der Repulsionskraft in einem so grofsen Maafsstabe, dafs sie nicht mehr im unveränderlichen Verhältnisse zu der attractorischen Componente steht.

Ansichten von Laplace und Poisson über die Veränderung der Cohäsion durch Temperaturveränderung.

Schon Laplace und später Poisson kamen durch ihre Ansichten über das Wesen der Molecularkräfte zu dem Schlusse, dafs eine Veränderung der Temperatur keinen andern Einfluſs auf die Flüssigkeiten ausübe, als dafs sie eine Veränderung der Dichtigkeit bewirken.

Laplace sagt in dieser Beziehung [1]): »*L'élévation d'un fluide qui mouille exactement les parois d'un tube capillaire, est, à diverses temperatures, en raison directe de la densité du fluide*, und Hr. Biot bemerkt zu diesem Satze [2]): »*cela se trouve d'accord avec les observations de M. le comte de Rumford*,« welche ich aber leider nirgends finden konnte.

Poisson [3]), von der Formel ausgehend:

$$h = \frac{\pi}{4 g \varrho \alpha} \int_0^\infty R r^4 dr,$$

— worin h die Höhe, g das Gewicht, ϱ die Dichtigkeit der Flüssigkeit bezeichnet, welche in einer Capillarröhre von einem Radius $= \alpha$ gehoben wird, R endlich die gegenseitige Wirkung der Molecüle bei einem Abstande $= r$ bezeichnet, — sagt: »*Supposons que la température change, et que h, ϱ, R, deviennent h', ϱ', R'; on aura de même*

1) *Mécanique céleste. Paris* 1805. *T. IV. Second supplément au X livre* (*Supplément à la théorie de l'action capillaire*), *p.* 39.

Hr. Muncke sowohl (Gehler's physik. Wörterb., Bd. 5, Abth. 2, S. 49 u. 58), als auch Hr. Frankenheim (Erdmann's und Marchand's Journ. f. pract. Chemie, Bd. 23, 1841, S. 404) schieben Laplace die sehr fehlerhafte Ansicht unter: „dafs die Höhe der Capillarsäule dem spec. Gew. *umgekehrt* proportional sey und mit der Zunahme der Temperatur steige.“ — Woher die beiden Physiker diese Aeufserung schöpfen, ist mir unbekannt. Das oben angeführte Citat aus Laplace's Werke ist die einzige Aeufserung, welche ich über das Verhalten der Capillarität bei verschiedenen Temperaturen gefunden habe. — Dasselbe spricht aber gerade die entgegengesetzte Proportionalität aus.

2) *Extrait du Supplément à la théorie de l'action capillaire par* Biot. — *Journal de Physique*, *T. LXV. Juillet.* 1807. *p.* 92.

3) *Nouvelle théorie de l'action capillaire*, *p.* 106.

$$h' = \frac{\pi}{4 g \varrho' \alpha} \int_0^\infty R' r^4 dr,$$

en négligeant la petite variation de α qui pourra avoir lieu. Or quant la densité augmente ou diminue, le nombre des molécules que renferme chaque unité de volume, varie suivant le même rapport; par cette raison la quantité R, qui représente l'action mutuelle de deux unités de volume du liquide, devra varier dans le rapport du carré de la densité. D'ailleurs, la force attractive de deux molécules ne change pas avec leur température, mais seulement leur répulsion mutuelle, qui dépend de la quantité de chaleur qu'elles contiennent. La première de ces deux forces étant prépondérante daus la valeur de $\int_0^\infty R r^4 dr$, *si l'on fait abstraction de la variation de la seconde, il suffira donc de faire*

$$R' = \frac{R \varrho'^2}{\varrho^2}.$$

et en comparant l'une à l'autre les valeurs précédentes de h et h', on aura

$$h' = \frac{h \varrho'}{\varrho}.$$

L'expérience montre, en effet, que pour un même liquide à différentes températures, l'élévation du point le plus inférieur du ménisque croit proportionnellement à la densité; ce qui donne lieu de croire que la force répulsive de la chaleur, ou du moins sa variation, que nous avons négligée, n'a qu'une influence insensible sur l'intégrale

$$\int_0^\infty R r^4 dr. \alpha \; —$$

Die Experimente, von welchen Poisson spricht, werden nicht weiter angeführt. Zwei Beobachtungen bei 8°,5 und 16° von Hrn. Gay-Lussac, welche an andern Stellen in Poisson's Werke angeführt sind [1]), wurden nicht mit dem Zwecke angestellt, den Einfluſs der Temperatur zu untersuchen, und können auch wegen ihres allzugeringen Intervalls nicht zur Prüfung des Gesetzes dienen, nach welchem die Cohäsion sich verändert.

1) *Nouvelle théorie de l'action capillaire.* 1831. *p.* 112. und *p.* 181.

Andere hieher gehörende Untersuchungen.

Von älteren hieher gehörenden Versuchen finde ich zunächst eine Arbeit von Achard [1]), welcher, wie er sagt, »in der Absicht, das Verhältnifs der Cohäsion des Glases mit verschieden erwärmtem Wasser zu bestimmen,« das Gewicht beobachtete, das nothwendig war, um eine Glasplatte von Wasser bei verschiedenen Temperaturen abzureifsen. Durch diese Experimente erreichte jedoch Achard nicht seinen Zweck, denn was er beobachtete war keineswegs der Zusammenhang des Wassers mit dem Glase, welches letztere ja nach dem Abreifsen benetzt blieb, sondern er bestimmte dadurch die Cohäsion des Wassers bei verschiedenen Temperaturen, und führte somit das nämliche Experiment aus, welches man durch Beobachtung der Capillarhöhe bei verschiedenen Temperaturen erreicht. — Obgleich Achard's Versuche keineswegs die Genauigkeit darbieten, welche die Aufstellung physikalischer Gesetze erheischt, so zeigen dennoch seine Resultate Abweichungen vom Poisson'schen Gesetze, welche kaum Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden können.

Nach der Ansicht einiger Physiker über die Kräfte, welche die Ausflufsgeschwindigkeit von Flüssigkeiten aus Capillarröhren bedingen, möchten die Versuche darüber bei verschiedenen Temperaturen hieher gehören. Solche hat schon Gerstner [2]) angestellt, welcher fand, dafs erwärmtes Wasser bedeutend schneller ausfliefse, als kaltes. Bei Betrachtung seiner sorgfältig ausgeführten Versuche scheint die Temperatur der geringsten Geschwindigkeit nicht diejenige der gröfsten Dichtigkeit, sondern die des schmelzenden Eises zu seyn.

Sehr genaue Versuche über den Ausflufs von Flüssig-

1) Achard, Chemisch-physische Schriften. Berlin 1780. S. 358.

2) Neue Abhandlungen der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. 3. Prag 1798. Daraus in Gilbert's Annalen der Physik, Bd. 5. J. 1800. S. 160.

keiten aus Capillarröhren hat später Girard [1]) ausgeführt, und ist im Allgemeinen zu den nämlichen Resultaten gelangt, wie Gerstner. Girard glaubt, dafs die bedeutenden Unterschiede, welche bei ungleichen Temperaturen in der Ausflufsgeschwindigkeit stattfinden, davon herrühren, dafs eine flüssige Schicht von merklicher Dicke sich an der Röhrenwand festhalte, wodurch der wahre Durchmesser des Kanals, aus dem das Ausfliefsen stattfindet, verringert werde: Da, nach Girard, die Bildung dieser Schicht in der Anziehung der Röhrenwand gegen die Flüssigkeit ihren Grund haben soll, so ist die verzögernde Wirkung um so bedeutender, je gröfser die Dichtigkeit der Flüssigkeit ist, und somit schreibt er die Wirkung einer erhöhten Temperatur auf die Ausflufsgeschwindigkeit der verminderten Dichtigkeit zu. Aber diesem widersprechen seine eigenen Versuche, denn während von 4° bis 0° die Dichtigkeit des Wassers abnimmt und somit ebenfalls die Verzögerung geringer werden sollte, geht aus Girard's Versuchen im Gegentheil hervor, dafs der Ausflufs bei 0° mehr verzögert ist als bei 4°.

Hr. Frankenheim glaubt [2]), dafs die Ausflufsgeschwindigkeit verschiedener Flüssigkeiten aus Capillarröhren in directem Verhältnifs zur Synaphie stehe, d. h. je gröfser die Synaphie, desto schneller der Ausflufs sey, was in sofern mit den Beobachtungen übereinstimmt, als z. B. Alkohol, der eine geringere Synaphie hat, langsamer ausfliefst als Wasser. Aber schon das Resultat, dafs Salpeterlösung schneller ausfliefst als Wasser, während diese Lösung in Capillarröhren nicht so hoch steht als reines Wasser [3]), verträgt sich nicht mit dieser Betrachtungsweise. Vor Allem

1) *Mémoires de l'Académie.* 1816. *I, p.* 186—276. Ein Auszug davon in *Annales de Chimie et de Physique, T. I,* 1816, *p.* 436, und *T. IV,* 1817, *p.* 146.

2) Die Lehre von der Cohäsion. Breslau 1835. S. 220.

3) Girard, *Annales de Chimie et de Physique, T. IV,* 1817, *p.* 155 und 156.

aber widerspricht ihr die Art der Einwirkung der Wärme: während nämlich eine Temperaturerhöhung die Synaphie vermindert, wird durch sie die Ausflufsgeschwindigkeit gröfser.

Ganz besonders wichtig ist eine von Hrn. Dr. Poiseuille [1]) über Ausflufsgeschwindigkeit von Gemengen von Wasser und Alkohol angestellte Versuchsreihe, worin er gleichzeitig die Höhe beobachtete, bis zu welcher diese Gemenge in ein und derselben Capillarröhre stiegen. Die Capillarhöhe, welche beim absoluten Alkohol am geringsten ist, wächst in demselben Verhältnifs, als der Gehalt an Wasser zunimmt. Anders verhält sich die Ausflufsgeschwindigkeit: beim absoluten Alkohol ist sie etwas geringer als beim Wasser, nimmt dann, auffallenderweise, bei Verdünnung mit Wasser ab, bis sie ein Minimum erreicht, von welchem aus sie bei fortgesetzter Verdünnung mit Wasser wieder zunimmt. — Diese mit grofser Sorgfalt ausgeführten Versuche liefern den schlagendsten Beweis, dafs Cohäsion und Ausflufsgeschwindigkeit ganz verschiedenen Gesetzen folgen.

Die Ausflufsgeschwindigkeit von Flüssigkeiten aus Capillarröhren ist offenbar ein sehr complicirtes Phänomen. Schon die Beobachtung von Du Buat [2]), dafs bei gleichem Drucke die Flüssigkeiten langsamer aus einem Haarröhrchen fliefsen als aus einer Oeffnung von gleichem Durchmesser, welche in einer dünnen Platte angebracht ist, und dafs diese Verzögerung mit der Länge der Capillarröhre zunimmt, beweist, dafs die Erscheinung von der Adhäsion der Flüssigkeit gegen die Röhrenwand abhängt. Ebenso weist darauf hin die Beobachtung von Lehot [3]), dafs die Flüssigkeiten, de-

1) Experimentelle Untersuchungen über die Bewegung von Flüssigkeiten in Röhren von sehr kleinem Durchmesser. — Poggend. Annalen der Physik und Chemie, Bd. 58, 1843, S. 437. — *Annales de Chimie et de Physique, Ser. III, T. VII, p.* 50.

2) *Principes d'Hydraulique vérifiés par un grand nombre d'expériences.* 1786.

3) Gilbert's Annalen, Bd. 65, 1820, S. 64. — *Annales de Chimie et de Physique, T. XIII,* 1820, *p.* 5. Auszüge aus einer besonderen Schrift: *Observations sur l'écoulement des fluides. Paris* 1819.

deren Oscillationen in heberförmigen Röhren mehr verzögert werden, — eine Erscheinung, die offenbar von der Reibung gegen die Wand abhängt, — auch diejenigen sind, welche langsamer ausfliefsen.

Auf die Abhängigkeit der Ausflufsgeschwindigkeit von der Adhäsion weist auch die Betrachtung von Hrn. Hagen [1]), »dafs nicht ein Wassercylinder, sondern ein Wasserkegel aus der engen Röhre trete.«

Wenn auch noch eine eigenthümliche Eigenschaft der flüssigen Körper, welche ihre Klebrigkeit genannt werden kann, auf die Ausflufserscheinungen einwirkt, wie die Versuche von Schübler [2]) und Dollfufs [3]) beweisen, so ist doch jedenfalls die Ausflufsgeschwindigkeit aus Capillarröhren auch eine Function der Adhäsion, so dafs mit Abnahme der Adhäsion die Ausflufsgeschwindigkeit steigt. Dagegen scheint sie weniger mit der Cohäsion in Beziehung zu stehen, wie schon oben (S. 496) angedeutet wurde, und was der interessante Versuch von Girard [4]) beweist, dafs nämlich Quecksilber, welches die Wände der gläsernen Capillarröhre nicht benetzt, bei jeder Temperatur gleich schnell ausfliefst. Ich glaube deshalb, dafs die Versuche über Ausflufsgeschwindigkeit aus Capillarröhren bei Untersuchung der Veränderung, welche die Cohäsion durch die Temperatur erleidet, nicht in Betracht gezogen werden dürfen.

Versuche mit Capillarröhren bei verschiedenen Temperaturen stellte in neuerer Zeit Emmet an [5]). Er selbst machte jedoch später auf die Ungenauigkeit seiner Beobachtungen aufmerksam [6]), so dafs Poisson keine Rücksicht darauf nehmen konnte.

1) Ueber die Beweglichkeit des Wassers in engen cylindrischen Röhren. — Poggend. Ann. der Physik und Chemie, Bd. 46, 1839, S. 433.
2) Erdmann, Journ. f. techn. u. oeconom. Chemie, Bd. 2, 1828, S. 349.
3) *Bulletin de la société industrielle de Mulhausen, No.* 21, *p.* 14 bis 32, und Erdmann, Journ., 1833, Bd. 16, S. 226 und 233.
4) *Annales de Chim. et de Phys., T. IV,* 1817, *p.* 159.
5) *The philosophical Magazine, Vol. I,* 1827, *p.* 117.
6) *c. l. p.* 332.

Auch Hr. Frankenheim führt Versuche an [1]), welche er mit Weingeist bei verschiedenen Temperaturen angestellt hat, und deren Resultat dahin geht, dafs die Abnahme der Synaphie bei erhöhter Temperatur nur sehr gering sey.

Erst nach Beendigung meiner Versuche kam mir die lehrreiche Arbeit von Hrn. Sondhaufs zu Gesicht, durch welche er sich im J. 1841 die Doctorwürde erwarb [2]), und ebenso ein Auszug davon durch Hrn. Frankenheim [3]). In dieser Arbeit behandelt Hr. Sondhaufs den nämlichen Gegenstand, welchen ich mir als Aufgabe gestellt hatte. – Ich würde mir einen Vorwurf machen, diese Arbeit nicht gekannt zu haben, wenn nicht andere Physiker, die sich eben so speciell mit diesem Gegenstande beschäftigt haben in dem nämlichen Falle gewesen wären, und keineswegs die Resultate des Hrn. Sondhaufs allgemein angenommen würden.

So finde ich in einer gelehrten Dissertation von Buys-Ballot [4]), worin er eine sehr lehrreiche Zusammenstellung der bisherigen Kenntnisse der Capillarerscheinungen liefert, jene Sondhaufs'sche Arbeit nicht erwähnt. Er selbst stellt Versuche mit Adhäsionsscheiben zur Ermittlung des Verhaltens der Cohäsion der Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen an, ohne jedoch aus diesen Versuchen irgend eine Folgerung zu ziehen.

Artur, ein französischer Physiker, welcher ebenfalls in neuerer Zeit diesen Gegenstand behandelte [5]), scheint eben so wenig die Sondhaufs'sche Arbeit gekannt zu ha-

1) Lehre von der Cohäsion, S. 86.

2) *Dissertatio de ci quam calor habet in fluidorum capillaritatem. Vratislaviae MDCCCXLI.*

3) Erdmann und Marchand, Journ. f. pract. Chemie, Bd. 23, J. 1841, S. 401.

4) *Dissertatio inauguralis de Synaphia et Prosaphia. Trajecti ad Rhenum. MDCCCXLIV.*

5) Artur, *Théorie élémentaire de la capillarité. Paris* 1842.

ben. Beim Durchlesen seines Werkes fand ich mitten in einer Masse von Beobachtungen und Betrachtungen einige speciell hieher gehörende Resultate [1]), welche er durch eigene Beobachtungen mit Capillarröhren erlangt hat. Er findet, dafs sich die Capillarhöhe proportional der Temperatur vermindere. Da er seine Methode nicht angiebt, läfst sich über die Zuverlässigkeit derselben nichts entscheiden. Seine Zahlen stimmen weder mit den Sondhaufs'schen noch den meinigen.

Hr. Becquerel führt Versuche an [2]), welche er gemeinschaftlich mit Hrn. Edmond Becquerel mit Adhäsionsscheiben und Wasser zwischen 12° C. und 73° angestellt hat. Er fand, dafs während die Dichtigkeit durch diesen Temperaturunterschied nur um $\frac{2}{1000}$ sich vermindere, das Gewicht, welches nothwendig ist, um die Platten abzureifsen, um den vierten Theil seines Werthes kleiner werde.

Was mir vor Allem den Beweis lieferte, dafs meine Arbeit nicht überflüssig sey, war eine Bemerkung, die ich in einer der gelehrtesten Abhandlungen, welche über die Capillarerscheinungen in neuerer Zeit bekannt gemacht wurden, gelesen habe [3]): »Einige Temperaturveränderung, und selbst die Abkühlung bis zum Gefrierpunkte liefsen (beim Wasser) gar keinen Einfluſs auf die Capillarerscheinung bemerken« — während ich wohl sagen kann, dafs mir die Capillarhöhe jeden Temperaturgrad anzeigte.

Es möchte daher nicht überflüssig seyn, noch einmal auf diesen Gegenstand zurückzukommen, und ich nehme um so weniger Anstand meine, unabhängig von den Sondhaufs'schen Versuchen, erhaltenen Resultate zu veröffentlichen, als ich eine andere Methode angewandt habe, die

1) Artur, *Théorie élément. de la capillarité. Paris* 1842. *p.* 104.

2) M. Becquerel, *Traité de Physique. Paris* 1844. *T. II, p.* 243.

3) G. Hagen, über die Oberfläche der Flüssigkeiten. Eine in der Königlichen Academie der Wissenschaften gelesene Abhandlung. Berlin 1845. S. 39. (diese Ann., Bd. 67, S. 1 und 152.)

eine gröfsere Genauigkeit erlaubte als die Sondhaufs'sche, und deshalb auch etwas abweichende Resultate lieferte, wenn auch im Allgemeinen die von Sondhaufs gefundenen Thatsachen bestätigte. Aber auch die Ueberzeugung, dafs jede Bestätigung interessanter Thatsachen, namentlich bei so subtilen Untersuchungen, wie die hierhergehörenden sind, als eine Bereicherung für die Wissenschaft angesehen werden mufs, veranlafste mich, meine Arbeit zu vollenden.

Methode zur Bestimmung der Cohäsion der Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen.

Die Bestimmung der Cohäsion von Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen ist, so einfach sie auch erscheinen mag, mit grofsen Schwierigkeiten verknüpft, wenn man Resultate bezweckt, auf die man sich nur einigermafsen verlassen kann.

Als ich noch mit der Prüfung meiner Methode beschäftigt war, legte Herr Hagen der hiesigen Academie der Wissenschaften im Mai des Jahres 1845 seine interessante Abhandlung über die Capillarerscheinungen vor. Er bespricht darin die verschiedenen Methoden zur Bestimmung der Cohäsion. Meine besondere Aufmerksamkeit erregte eine Aeufserung auf S. 21 [1]): »In Capillarröhren läfst sich die Erhebung der Oberfläche mit keiner grofsen Schärfe messen, und überdiefs ist die genaue Ermittlung der Röhrenweite gleichfalls sehr schwierig.« Die Ermittlung des inneren Durchmessers der Röhre durch Bestimmung des Gewichts einer sie füllenden Quecksilbersäule scheint mir indefs, wie alle physikalischen Experimente, welche auf die Anwendung des genauesten Instrumentes, der Wage, zurückgeführt werden können, mit der gröfsten Sicherheit ausführbar, wenigstens wenn man calibrirte Röhren anwendet. Diefs bestätigen auch die Bestimmungen von Hrn. Gay-Lussac, welcher bei seinen Versuchen über Capillarascension den Radius der Röhren bis auf den $\frac{1}{10.000}$ Theil ei-

1) Diese Annalen, Bd. 67, S. 24.

nes Millimeters anzugeben vermag [1]), um die Richtigkeit der Poisson'schen Formeln zu beweisen. Hr. Hagen beobachtete die Ascension zwischen zwei parallelen Messingplatten, wobei, wie er selbst erwähnt, es vorzugsweise darauf ankam, die beiden Scheiben möglichst parallel zu einander aufzustellen und ihren Abstand genau zu ermitteln, was der Verfasser dadurch zu erreichen suchte, dafs er eine dritte Scheibe, deren Dicke überall gleich und genau bestimmt war, dazwischen brachte. Die Höhe der gehobenen Flüssigkeit beobachtete er dadurch, dafs er eine bewegliche Stahlspitze, welche mit einem Maafsstabe in Verbindung stand, von oben bis auf die Oberfläche der Flüssigkeit hinabschraubte. Ich glaube, dafs die Bestimmung der Dicke jener dazwischen gelegten Platte gröfsere Schwierigkeiten darbiete als die Messung des inneren Durchmessers enger Röhren. — In seinen Versuchen mit Capillarröhren [2]) mifst Hr. Hagen die Höhe durch einen, in ganze Linien getheilten Maafsstab, welcher vertical daneben gestellt wird. Diese Methode ist, wie Hr. Hagen selbst zugiebt, keine sehr genaue, da beim Visiren nach dem Maafsstabe das Auge leicht etwas höher oder tiefer stehen kann. Indessen können darauf jene Abweichungen, die, wie Hr. Hagen angiebt [3]), oft eine ganze Linie betragen, schwerlich beruhen. Sondern diese hängen offenbar zusammen mit dem Einwurfe, welchen Hr. Hagen aufserdem der Anwendung von Capillarröhren macht, dafs die nothwendige Erneuerung der Oberfläche der Flüssigkeit in der Capillarröhre und die vollständige Benetzung der Röhrenwand schwierig zu erreichen sey; aber während Hr. Hagen zur Benetzung seiner Messingplatten vor jeder Beobachtung dieselben längere Zeit in die Flüssigkeit tauchen und mit einem Pinsel benetzen mufste [4]), habe ich mich überzeugt,

1) *Nouvelle théorie*, *p.* 112.

2) c. l. S. 37. (Annalen, Bd. 67, S. 164.)

3) c. l. S. 21. (Ebendaselbst, S. 24.)

4) c. l. S. 32. (Ebendaselbst, S. 158.)

dafs in Capillarröhren, welche durch Weingeist und Salpetersäure vollständig gereinigt waren, durch ein leichtes Aufsaugen stets eine constante Höhe der Flüssigkeit erreicht wurde. — Ich fand mich daher nicht veranlafst, die Anwendung der Capillarröhren aufzugeben.

Hr. Sondhaufs brachte die zu untersuchende Flüssigkeit in ein heberförmig gebogenes Glasrohr [1]), das aus zwei cylindrischen Röhren von ungleicher Weite bestand. Die enge hatte einen Radius von 0,15 bis 0,40 Millimeter, die weitere von 5 bis 7 Millim. Diese Vorrichtung senkte er in ein erwärmtes Flüssigkeitsbad ein, welches bei niedrigen Temperaturen Wasser, bei höheren Oel war. Er bestimmte durch ein, an einem senkrechten Maafsstabe verschiebbares Fernrohr das Niveau der Flüssigkeit in beiden Schenkeln der Röhre. Da in beiden Röhren Capillarascension stattfand, mufste zur Berechnung der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit in einer Röhre von 1 Millim. Radius steigt, eine ziemlich complicirte Formel angewandt werden, welche zudem keine absolute Genauigkeit gestattete, indem nur bei sehr engen Röhren die Oberfläche des Meniscus als sphärisch betrachtet werden darf, und nicht mehr bei jenen weiten Röhren von 5 bis 7 Millim. Radius, während doch die von Sondhaufs angewandte Formel von der Voraussetzung des sphärischen Meniscus ausgeht [2]), und daher auch seine berechneten Zahlen nicht vollständig mit den früher von Hrn. Gay-Lussac und Hrn. Frankenheim gefundenen übereinstimmen [3]).

Bei meinen Versuchen befolgte ich im Allgemeinen die durch ihre Einfachheit und Schärfe sich auszeichnende Methode des Hrn. Gay-Lussac [4]). Derselbe befestigte die Capillarröhre in einer Scheibe, die auf dem Rande eines Cylinderglases aufliegt, bestimmte durch das Fernrohr ei-

1) *Dissertatio*, *p.* 5.

2) *Dissertatio*, *p.* 20.

3) *c. l. p.* 25.

4) Biot, *Traité de physique*, *I*, *p.* 441.

nes Kathetometers den Stand der Flüssigkeit in der Röhre, schob dann die Scheibe mit der Capillarröhre auf die Seite und legte eine andere daneben, welche eine Metallspitze enthielt, diese wurde bis zum Niveau der Flüssigkeit geschraubt; nun schöpfte der Experimentator mit einem kleinen Gefäfse etwas Flüssigkeit aus dem Cylinderglase, so dafs er nach der Spitze visiren konnte.

Dieses Verschieben der Capillarröhre, das Aufsetzen einer neuen Scheibe, das Auf- und Abschrauben einer Metallspitze, und endlich das Ausschöpfen von Flüssigkeit — Manipulationen, welche jedenfalls grofse Unbequemlichkeiten und leicht auch Fehler in den Beobachtungen mit sich bringen, umging ich bei meinen Versuchen dadurch, dafs ich die Capillarröhre und die Metallspitze ein für alle Mal feststellte, und durch Eintauchen eines voluminösen Körpers in die Flüssigkeit das Niveau derselben nach der Spitze einstellte und durch Herausziehen wieder senkte, wenn nach der Spitze visirt werden sollte. — Mit Dankbarkeit bemerke ich bei dieser Gelegenheit, dafs ich manche Verbesserungen des Apparates dem Rathe meines hochgeschätzten Lehrers, Hrn. Prof. Magnus, verdanke, in dessen Laboratorium ich die Versuche ausführte.

Vorerst suchte ich durch Calibriren mit Quecksilber solche Röhrchen aus, bei welchen der innere Durchmesser überall gleich war: eine lange und beschwerliche Arbeit, die aber unumgänglich ist.

Der Apparat zu den Beobachtungen ist folgendermafsen zusammengestellt. Die zu untersuchende Flüssigkeit befindet sich in einem Cylinderglase (Fig. 1, Taf. III), das ungefähr zum vierten Theile damit angefüllt ist. Das Glas wird in ein Blechgefäfs (Fig. 2, Taf. III) gestellt, welches eine doppelte Wand hat, jedoch durch eine vier Linien breite Spalte das Visiren durch das Glas gestattet. Dieses Blechgefäfs wird mit Oel angefüllt, so dafs das Glas mit der zu untersuchenden Flüssigkeit von einem Oelbade umgeben ist, welches durch eine darunter angebrachte Weingeistlampe erwärmt werden kann.

Die Capillarröhre, welche erst durch Salpetersäure gereinigt worden, ist in einer starken Messingscheibe (Fig. 3 *a*) befestigt, und diese liegt auf einem Messingstative (Fig. 3 *b*, *b*, *b*, *b*) das über das Blechgefäfs gestellt wird, so dafs alsdann die Capillarröhre (*c*) in die Flüssigkeit taucht. Diese steigt darin in die Höhe, darf jedoch nicht über das Blechgefäfs hinaus aufsteigen, was durch gehörige Auswahl der Dimensionen der Gefäfse leicht zu erreichen ist. Zugleich ist in der Messingscheibe zur Bestimmung des Niveaus der Flüssigkeit eine Stahlspitze (*d*) befestigt, welche nicht so tief hinabreicht als die Capillarröhre. — Es ist dabei die Vorrichtung getroffen, dafs sowohl die Capaillarröhre als auch die Metallspitze vor die Spalte im Blechgefäfse zu stehen kommen, so dafs, wenn man durch dieselbe visirt, beide beobachtet werden können.

In der Messingscheibe ist ferner zur Seite der Capillarröhre ein Thermometer (*e*) angebracht, dessen Kugel in die Flüssigkeit taucht, und ein zweites (*f*), dessen Kugel aufserhalb der Flüssigkeit möglichst nahe der Capillarröhre steht, und endlich eine kleine Oeffnung, durch welche ein Pferdehaar sich bewegen läfst, an dem eine Glasmasse (*g*) hängt. Das Pferdehaar geht über eine, an einem besonderen Stative befestigte Rolle nach einer Schraube (*h*) an welcher man durch Auf- und Abwinden das Pferdehaar verkürzen und verlängern und dadurch die Glasmasse beliebig aus der Flüssigkeit ziehen oder darin einsenken kann.

Zur Beobachtung der Höhen benutzte ich das genaue Kathetometer des Hrn. Prof. Magnus, welches durch dessen eigene Versuche [1]) bekannt ist, und eine Ablesung von $\frac{1}{10}$ Millim. mit Sicherheit schätzen läfst. Das Instrument war so aufgestellt, dafs das Fadenkreuz des Fernrohrs ungefähr drei Fufs von dem Blechgefäfse entfernt war.

Die Beobachtungen wurden nun auf folgende Weise angestellt:

Die innere Wand der Capillarröhre mufste vor jeder Beobachtung gehörig benetzt werden. Zu diesem Ende

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 61. 1844. S. 225.

stülpe ich über das, aus der Messingscheibe hervorragende Ende der Capillarröhre eine weitere Glasröhre (Fig. 3, i, Taf. III), die fest auf dem Korke, in welchem die Capillarröhre befestigt ist, aufgesetzt wird, wodurch ich einen annähernd luftdichten Verschluſs erziele. Durch diese Glasröhre kann man mit dem Munde die Flüssigkeit aufsaugen. Vermittelst Baumwolle und Stückchen von Chlorcalcium wird jeder Eintritt von Unreinigkeit und Feuchtigkeit aus dem Munde in die Capillarröhre verhütet.

Nun stelle ich das Niveau der Flüssigkeit so ein, daſs es eben die Metallspitze berührt. Dieſs geschieht durch Einsenken oder Herausziehen der Glasmasse: man dreht die Schraube, welche das Pferdehaar auf- und abwindet, so lange, bis man sieht, daſs die Spitze und ihr in der Oberfläche der Flüssigkeit scharf abgespiegeltes Bild eben zusammentreffen.

Das Oelbad wird nach und nach erwärmt, während die zu beobachtende Flüssigkeit durch Auf- und Niederbewegen der Glasmasse umgerührt wird. Bei jeder Beobachtung wurde abgewartet bis die Temperatur der beiden Thermometer möglichst gleich war. — Die Zusammenstellung des Apparates bringt es mit sich, daſs nicht allein die Flüssigkeit im Grunde des Gefäſses, sondern auch die in der Capillarröhre befindliche dieselbe Temperatur annimmt. Zu den Versuchen bei niedrigen Temperaturen wird, an die Stelle des Oeles im umgebenden Blechgefäſse, Eis oder eine kaltmachende Mischung gebracht.

Um die Höhe der gehobenen Flüssigkeitssäule in der Capillarröhre zu messen, stellt man zuerst das Fadenkreuz des Fernrohrs auf den niedrigsten Punkt des Meniscus ein und liest den Stand des Fernrohrs ab. Nun muſs die Höhe des Flüssigkeitsniveaus, oder, was dasselbe ist, der Metallspitze bestimmt werden. Bei dieser Zusammenstellung kann aber die Spitze durch das Fernrohr nicht gesehen werden, indem sie von der, an den Seitenwänden des Glases etwas in die Höhe steigenden, Flüssigkeit bedeckt wird. Ich hebe deshalb die Glasmasse aus der Flüssigkeit: dadurch sinkt

ihr Niveau, die Metallspitze wird frei und kann jetzt durch das Fernrohr beobachtet werden.

Damit man sich während der Beobachtung nicht von dem Kathetometer zu entfernen brauche, ist eine Vorrichtung angebracht, um von dort die Glasmasse aus der Flüssigkeit emporzuziehen: es wird dieses dadurch erreicht, dafs ein zweiter Faden (Fig. 3, *h'*, Taf. III), der mit dem ersten verbunden ist, durch eine, am Gestelle des Kathetometer selbst angebrachte, Schraube aufgewunden wird.

Der Unterschied der zuerst beobachteten Höhe der Flüssigkeitssäule in der Capillarröhre und derjenigen des Niveaus der Flüssigkeit ist die gesuchte Gröfse.

Es könnte der Einwurf gemacht werden, dafs die Unebenheiten des Cylinderglases, durch welches man die Beobachtungen macht, einen Einfluſs auf das Resultat der Messungen haben könnten. Ich überzeugte mich jedoch durch Beobachtung der Theilstriche eines Maafsstabes, den ich sowohl *in* dem Glase als auch *aufserhalb* desselben mit dem Kathetometer untersuchte, dafs jedenfalls dieser Einfluſs ohne Bedeutung für die Genauigkeit der Versuche ist.

Die innere Weite der Capillarröhre wurde dadurch bestimmt, dafs ich genau die Länge der Röhre maafs, sie durch Aufsaugen mit Quecksilber füllte, und das Gewicht dieses Quecksilbers bestimmte. Aus dem Volumen und der Länge des Quecksilbercylinders berechnete ich dessen Radius.

Genaue Resultate waren nur von solchen Flüssigkeiten zu erwarten, welche weder durch erhöhte Temperatur, noch durch Einwirkung der Luft eine Veränderung erleiden. In der Ueberzeugung, dafs zum Studium der Gesetze, welche die Körper beherrschen, die genaue Untersuchung einiger weniger Substanzen vorzuziehen sey den Beobachtungen an einer grofsen Menge von Körpern, von denen man erwarten mufs, dafs die Erscheinungen zum Theil durch fremde Einwirkungen getrübt werden, wählte ich nur Wasser, Aether und Olivenöl zu meinen Versuchen, und vervielfältigte die Experimente, indem ich mehrere Versuchsreihen mit den nämlichen Flüssigkeiten vornahm. — Eine mit englischer

Schwefelsäure angestellte Versuchsreihe mufste verworfen werden, weil nicht zu verhüten war, dafs die Flüssigkeit während der Dauer des Experiments durch Anziehen von Feuchtigkeit aus der Luft sich veränderte.

Beobachtungen über die Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen sich in Capillarröhren erheben.

Die Resultate der Untersuchung sind in folgenden Tabellen enthalten. Ich habe geglaubt, für das Wasser, die unmittelbaren Beobachtungen mittheilen zu müssen. Bei den übrigen Flüssigkeiten würde dieſs zu weitläufig gewesen seyn, ohne einen besonderen Nutzen zu gewähren; denn die vielen Beobachtungen, welche ich angestellt habe, konnten unmöglich bei den später zu erwähnenden Berechnungen nach der Methode der Summe der kleinsten Quadrate sämmtlich benutzt werden; beim Wasser dagegen glaubte ich mich dieser Arbeit unterziehen zu müssen. Bei den übrigen Flüssigkeiten schien es mir das Geeignetste, aus den angestellten Beobachtungen die Werthe für die ganzen Temperaturgrade von 5 zu 5 Grad aus den zunächstliegenden Beobachtungen durch graphische Interpolation zu bestimmen.

1) Versuche mit Wasser.

Das destillirte Wasser wurde vor den Versuchsreihen ausgekocht, um die darin enthaltene Luft möglichst zu entfernen, deren Gegenwart durch das Aufsteigen von Blasen bei höheren Temperaturen sehr störend wirkt. Hr. Hagen äufsert [1]), dafs Wasser, welches gekocht hat und wieder abgekühlt ist, seine Capillarität nachher bedeutend vermindert zeige. Wie es scheint, wurde das Wasser gekocht, während die Capillarröhre darin stand. Wenn nun Wasser auf einer Fläche verdunstet, so hinterläfst namentlich gewöhnliches Brunnenwasser, welches Hr. Hagen zu den meisten seiner Versuche anwandte, aber auch destillirtes

1) *c. l. p.* 32 und 38.

Wasser, Spuren von Unreinigkeiten, welche hinreichen die Benetzbarkeit der Fläche aufzuheben. Wird nach dem Kochen in den Capillarröhren nicht für eine neue Reinigung der Röhrenwand gesorgt, so ist natürlich die Capillarascension vermindert. — Auf ähnlichen Veränderungen durch Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur mag die Erscheinung beruhen, dafs wenn der Apparat mehrere Stunden lang der Luft ausgesetzt war und nicht für neue Benetzung gesorgt wurde, sich die Capillarascension sowohl zwischen parallelen Platten, als auch in Röhren vermindert zeigte [1]).

Höhe der Flüssigkeitssäule des Wassers bei verschiedenen Temperaturen vom niedrigsten Punkte des Meniscus bis zum Niveau der Flüssigkeit. — Radius der Röhre bei 10°,5 C. =0mm,29274.

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.
	mm		mm
0° C.	52,300	40° C.	48,325
3	51,923	41 ,5	48,375
5	51,750	42	48,300
8	51,425	42 ,5	48,275
11	51,075	44 ,75	47,875
12	51,025	47 ,25	47,675
14 ,75	50,750	49	47,500
15 ,75	50,625	55	46,935
20 ,75	50,275	57	46,800
24	49,975	59	46,475
25	49,900	60 ,5	46,400
27 ,75	49,625	62	46,200
28	49,600	64 ,25	45,950
31 ,5	49,150	66 ,75	45,700
31 ,75	49,200	69 ,75	45,400
33	49,050	71	45,250
34	48,925	73 ,75	44,975
35	48,825	79 ,5	44,400
37	48,675	82	44,000

2) Versuche mit Aether.

Der Aether war zwei Tage lang mit Chlorcalcium digerirt und dann abdestillirt worden, so dafs er als vollkommen wasserfrei zu betrachten war.

1) *c. l. p.* 33.

Höhe der Flüssigkeitssäule des Aethers bei verschiedenen Temperaturen, vom untersten Punkte des Meniscus bis zum Niveau der äufseren Flüssigkeit. — Radius der Röhre bei 24° C. =0mm,21540.

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.
	mm		mm
0° C.	24,700	20° C.	22,225
5	24,025	25	21,325
10	23,575	30	20,875
15	23,125	35	20,225

3) Versuche mit Olivenöl.

Das angewandte Oel war feines Provenceröl.

Höhe der Flüssigkeitssäule des Olivenöls bei verschiedenen Temperaturen, vom untersten Punkte des Meniscus bis zum Niveau der äufseren Flüssigkeit. — Radius der Röhre bei 24° C. =0mm,21540.

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temper.	Capillarhöhe.	Temper.	Capillarhöhe.
	mm		mm		mm
15° C.	34,015	60° C.	31,550	105° C.	29,483
20	33,850	65	31,325	110	29,266
25	33,575	70	31,175	115	29,050
30	33,190	75	30,950	120	26,512
35	32,805	80	30,700	125	28,462
40	32,469	85	30,450	130	28,050
45	32,045	90	30,200	135	27,987
50	31,975	95	30,095	140	27,775
55	31,900	100	29,650	145	27,745
				150	27,500

Um die Beobachtungen sowohl unter sich vergleichbar als auch zur Untersuchung der Gesetze passender zu machen, reducirte ich alle gefundenen Höhen auf die Länge eines Cylinders von Flüssigkeit, der in einer Capillarröhre von 1 Millim. Radius getragen wird. Ich benutzte dazu die Poisson'sche Formel [1]):

$$h = \frac{a^2}{\alpha} - \frac{\alpha}{3} + \frac{\alpha^3}{3a^2}(log\,4 - 1),$$

wo h die Capillarhöhe, a^2 eine Constante und α der Radius der Capillarröhre ist. Das letzte Glied dieser Gleichung hat nur einen Einflufs auf die dritte Decimalstelle

1) *Nouvelle théorie de l'action capillaire, p.* 112.

weshalb ich dasselbe bei der Berechnung vernachlässigte. Dann wird die Formel zur Reduction der Beobachtungen folgende:

$$H = \alpha\left(h + \frac{\alpha}{3}\right)\ ^{1}),$$

wo h die beobachtete Capillarhöhe in einer Röhre, deren Radius $= \alpha$ ist, und H die gesuchte Höhe des Flüssigkeitscylinders, welcher in einer Röhre von 1 Millim. Radius getragen wird.

Da sich mit der Temperatur die Weite der Capillarröhre verändert, so sind eigentlich die angeführten Versuchsreihen bei den verschiedenen Temperaturen in Röhren von verschiedenem Radius angestellt. Bei der Reduction der Beobachtungen mufste ich daher diese Veränderung des Radius berücksichtigen, welche offenbar der linearen Ausdehnung des Glases proportional ist. Sie beträgt für die Röhre von 0,29274 Millim. Radius bei einem Temperaturunterschied von 100° C, 0,00024 Millim., für die Röhre von 0,21540 Millim. Radius 0,00019 Millim.

Reduction der Beobachtungen auf die Höhe eines Flüssigkeitscylinders, welcher durch eine Röhre von 1 Millim. Radius gehoben wird.

1) Wasser.

Temper.	Capillarhöhe.	Temper.	Capillarhöhe.	Temper.	Capillarhöhe.
	mm		mm		mm
0° C.	15,338	31°,5 C.	14,429	55° C.	13,774
3	15,230	31 ,75	14,434	57	13,734
5	15,177	33	14,390	59	13,640
8	15,082	34	14,354	60 ,5	13,618
11	14,980	35	14,324	62	13,559
12	14,969	37	14,281	64 ,25	13,486
14 ,75	14,886	40	14,179	66 ,75	13,413
15 ,75	14,840	41 ,5	14,193	69 ,75	13,326
20 ,75	14,747	42	14,172	71	13,282
24	14,660	42 ,5	14,165	73 ,75	13,201
25	14,638	44 ,75	14,048	79 ,5	13,034
27 ,75	14,557	47 ,25	13,989	82	12,917
28	14,550	49	13,938		

1) Die Formel für die Höhe der Flüssigkeitssäule in einer Capillarröhre von 1 Millim. Radius vom untersten Punkte des Meniscus bis zum äufse-

2) Aether.

Temper.	Capillarhöhe.	Temper.	Capillarhöhe.	Temper.	Capillarhöhe.
	mm		mm		mm
0° C.	5,335	15° C.	4,996	30° C.	4,512
5	5,189	20	4,802	35	4,372
10	5,093	25	4,609		

3) Olivenöl.

Temper.	Capillarhöhe.	Temper.	Capillarhöhe.	Temper.	Capillarhöhe.
	mm		mm		mm
15° C.	7,343	60° C.	6,813	105° C.	6,370
20	7,306	65	6,765	110	6,324
25	7,247	70	6,733	115	6,278
30	7,165	75	6,685	120	6,163
35	7,082	80	6,631	125	6,151
40	7,010	85	6,578	130	6,063
45	6,919	90	6,524	135	6,049
50	6,904	95	6,475	140	6,004
55	6,888	100	6,406	145	5,998
				150	5,945

Prüfung des Laplace-Poisson'schen Gesetzes der Veränderung der Cohäsion durch Wärme und Aufstellung anderer Formeln.

Betrachten wir diese Resultate in Bezug auf das Laplace-Poisson'sche Gesetz, so mufs, wenn die Höhe der Flüssigkeitssäule in einer Capillarröhre bei verschiedenen Temperaturen direct der Dichtigkeit proportional ist, $\frac{h'}{d'}$, wo h' die Capillarhöhe und d' die Dichtigkeit bezeichnet, bei jeder Temperatur die nämliche Gröfse haben [1]).

ren Niveau ist $h' = \alpha\left(h + \frac{\alpha}{3}\right) - \frac{1}{3}$. Der Unterschied dieser Formel von der oben angegebenen $\left(-\frac{1}{3}\right)$ beruht darauf, dafs bei Berechnung der Höhe des Flüssigkeitscylinders von 1 Millim. Radius die Masse, welche den Meniscus bildet, als Cylinder berechnet wird. Da der Meniscus angesehen werden kann als von einer halben Kugeloberfläche begränzt, deren Radius der Radius der Capillarröhre ist, so ist die Masse des Meniscus $= \frac{\alpha}{3}$ und, in dem Falle, wo der Radius $= 1$ angenommen wird, $= \frac{1}{3}$.

1) Siehe oben S. 493.

Nach diesem Gesetze mufs auch die Capillarhöhe bei jeder Temperatur $=\frac{h}{v'}$ seyn, wo h die Capillarhöhe bei 0° und v' das Volumen der Flüssigkeit bei den entsprechenden Temperaturen bezeichnet, dasjenige bei $0° = 1$ gesetzt.

Ich will in Folgendem die Capillarhöhe berechnen, wie sie nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze stattfinden sollte, und die erhaltenen Werthe mit den durch Beobachtung gefundenen vergleichen. Ich will in diesen Tabellen für h (die Capillarhöhe bei 0°) den aus allen Versuchen nach der Methode der Summe der kleinsten Quadrate berechneten wahrscheinlichsten Werth nehmen.

1) Wasser [1]).

Temperatur.	Volumen.	Capillarhöhe nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze.	Capillarhöhe nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
		mm	mm	mm
0° C.	1,00000	15,332	15,332	+0,000
3	0,99989	15,332	15,230	+0,102
5	0,99989	15,334	15,177	+0,157
8	1,00000	15,332	15,082	+0,250
11	1,00023	15,329	14,980	+0,349
12	1,00034	15,327	14,969	+0,358
14 ,75	1,00070	15,324	14,886	+0,438
15 ,75	1,00084	15,319	14,840	+0,479
20 ,75	1,00179	15,305	14,747	+0,558
24	1,00251	15,293	14,660	+0,633
25	1,00277	15,290	14,638	+0,652
27 ,75	1,00349	15,279	14,557	+0,722
28	1,00356	15,278	14,550	+0,728
31 ,5	1,00423	15,267	14,429	+0,838
31 ,75	1,00431	15,266	14,434	+0,832
33	1,00470	15,260	14,390	+0,870
34	1,00509	15,254	14,354	+0,900
35	1,00545	15,248	14,324	+0,924
37	1,00645	15,236	14,281	+0,955
40	1,00749	15,218	14,179	+1,039
41 ,5	1,00816	15,208	14,193	+1,015
42	1,00849	15,203	14,172	+1,171
42 ,5	1,00882	15,198	14,165	+1,033

Tem-

1) Dieser Tabelle sind die neuesten Angaben über die Dichtigkeit zu Grunde gelegt, welche Isidore Pierre in den *Annales de chimie et de physique*, *Ser. III*, *T. XV*, *Nov.* 1845, *p.* 325, mittheilt.

Temperatur.	Volumen.	Capillarhöhe nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze.	Capillarhöhe nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
		mm	mm	mm
44°,75 C.	1,00952	15,187	14,048	+1,139
47 ,25	1,01059	15,171	13,989	+1,182
49	1,01138	15,160	13,938	+1,222
55	1,01444	15,114	13,774	+1,340
57	1,01520	15,102	13,734	+1,368
59	1,01597	15,091	13,640	+1,451
60 ,5	1,01741	15,069	13,618	+1,451
62	1,01826	15,057	13,559	+1,498
64 ,25	1,01954	15,038	13,486	+1,552
66 ,75	1,02096	15,017	13,413	+1,604
69 ,75	1,02278	14,990	13,326	+1,664
71	1,02367	14,977	13,282	+1,695
73 ,75	1,02533	14,953	13,201	+1,752
79 ,5	1,02895	14,901	13,034	+1,867
82	1,03066	14,876	12,917	+1,959

2) Aether [1]).

		mm	mm	mm
0° C.	1,00000	5,354	5,354	+0,000
5	1,00761	5,313	5,189	+0,124
10	1,01540	5,272	5,093	+0,179
15	1,02286	5,234	4,996	+0,238
20	1,03150	5,190	4,802	+0,388
25	1,03989	5,148	4,609	+0,539
30	1,04854	5,106	4,512	+0,594
35	1,05749	5,063	4,372	+0,691

3) Olivenöl [2]).

		mm	mm	mm
15° C.	1,01111	7,382	7,343	+0,039
20	1,01488	7,355	7,306	+0,049
25	1,01861	7,328	7,247	+0,081
30	1,02241	7,300	7,165	+0,145
35	1,02618	7,274	7,082	+0,192
40	1,03001	7,247	7,010	+0,237
45	1,03457	7,215	6,919	+0,296
50	1,03767	7,193	6,904	+0,289
55	1,04159	7,166	6,888	+0,278

1) Das Volumen des Aethers nach J. Pierre, c. l.

2) Das Volumen des Olivenöls nach: A. Erman, *Rationis quae inter volumina corporis ejusdem: solidi, liquescentis, liquidi intercedit, specimen. Dissertatio. Berolini* 1826. (Ann., Bd. 9, S. 557.)

Temperatur.	Volumen.	Capillarhöhe		Differenz.
		nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze	nach meinen Beobachtungen.	
		mm	mm	mm
60° C.	1,04528	7,141	6,813	+0,328
65	1,04951	7,112	6,765	+0,347
70	1,05332	7,086	6,733	+0,353
75	1,05722	7,060	6,685	+0,375
80	1,06122	7,033	6,631	+0,402
85	1,06519	7,007	6,578	+0,429
90	1,06921	6,981	6,524	+0,457
95	1,07325	6,954	6,475	+0,479
100	1,07731	6,928	6,406	+0,522
105	1,08140	6,902	6,370	+0,532
110	1,08551	6,876	6,324	+0,552
115	1,08964	6,850	6,278	+0,572
120	1,09436	6,820	6,163	+0,657
125	1,09799	6,798	6,151	+0,647
130	1,10199	6,773	6,063	+0,710
135	1,10644	6,746	6,049	+0,697
140	1,11049	6,721	6,004	+0,717
145	1,11498	6,694	5,998	+0,696
150	1,11930	6,668	5,945	+0,723

Aus dieser Berechnung geht die Unrichtigkeit des Laplace-Poisson'schen Gesetzes hervor, denn sie zeigt, dafs die Capillarhöhe mit Erhöhung der Temperatur viel schneller abnimmt als der Verminderung der Dichtigkeit entsprechen würde. Die Abnahme der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren steigt, scheint überhaupt nicht mit der Dichtigkeit, sondern vielmehr mit der Zunahme der Temperatur in Proportionalität zu stehen. Um die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Annahme zu prüfen, habe ich, mit zu Grundelegung dieser Proportionalität zwischen Capillarhöhe und Temperatur die Beobachtungen nach der Methode der Summe der kleinsten Quadrate berechnet, und dadurch für alle untersuchten Flüssigkeiten die vollkommenste Bestätigung dieser Annahme gefunden.

Nach dieser Berechnung kann der Flüssigkeitscylinder, welcher in einer Capillarröhre von 1 Millim. Radius gehoben wird, bei jeder beliebigen Temperatur durch folgende Formeln ausgedrückt werden:

1) für Wasser $h = 15{,}33215 - 0{,}0286396 \,.\, t$
2) für Aether $h = 5{,}3536 - 0{,}028012 \,.\, t$
3) für Olivenöl $h = 7{,}4610 - 0{,}010486 \,.\, t$

In diesen Formeln bezeichnet h die gesuchte Höhe des Flüssigkeitscylinders, und t die Temperatur, in Graden der 100theiligen Scale ausgedrückt.

Diese Berechnung belehrte mich zugleich über die Genauigkeit der Beobachtungen.

Versuche über die Capillarität des Wassers bei niedrigen Temperaturen.

Bei Olivenöl und Aether ist die Curve, welche entsteht, wenn die Temperaturgrade als Abscissen und die entsprechenden Dichtigkeiten als Ordinaten genommen werden, nahe eine gerade Linie, und somit könnte bei diesen beiden Flüssigkeiten die Capillarhöhe auch als proportional der Dichtigkeit betrachtet werden. Beim Wasser aber weicht die Curve für die Veränderung bedeutend ab von der geraden Linie, und zeichnet sich namentlich durch jene auffallende Anomalie zwischen 0° und 4° aus.

Das Wasser giebt uns also das sicherste Mittel an die Hand zur Prüfung, ob die Capillarhöhe mit der Dichtigkeitszunahme oder der Temperaturabnahme in Proportionalität stehe. Am deutlichsten wird sich dieses aus der Beobachtung des Verhaltens der Capillarität zwischen 0° und 4° herausstellen, wo die Dichtigkeit und die Temperatur sich in gleicher Richtung verändern, während sie bei höheren Temperaturen in entgegengesetzter Richtung ab- und zunehmen. Wenn daher die Capillarhöhe in Proportionalität mit der Dichtigkeit steht, so mufs sie von 0° bis 4° *zunehmen*, hier ein Maximum erreichen und bei höheren Temperaturen wieder abnehmen; nimmt sie aber in dem Verhältnisse ab, als die Temperatur zunimmt, so mufs sie schon von 0° bis 4° *abnehmen*.

Ich stellte daher mit besonderer Sorgfalt in wenigstens acht Versuchsreihen wohl bei 200 Beobachtungen innerhalb der Temperaturgränzen von 0° bis 8° an. Ich kehrte öfters

die Capillarröhre um, so dafs an verschiedenen Theilen der Röhre die Beobachtungen gemacht wurden; ich sorgte dafür, dafs die Temperatur der Luft im Glase bei jeder Beobachtung die nämliche war, wie die der Flüssigkeit; endlich stellte ich die Versuchsreihen sowohl auf die Weise an, dafs ich nach und nach die Flüssigkeit abkühlte, als auch dadurch, dafs ich sie, von 0° ausgehend, allmälig erwärmte. Ich will einige der Versuchsreihen hier anführen.

Höhe der Flüssigkeitssäule des Wassers bei niedrigen Temperaturen in einer Capillarröhre, deren Radius bei 10°,5 C. =0,29274 ist.

Erste Versuchsreihe.

Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.
	mm			mm
0° C.	52,350	52,300	—	52,325
0 ,5	52,150	050	—	52,100
2 ,25	52,075	050	—	52,062
3	51,950	51,925	51,750	51,875
3 ,5	51,875	850	—	51,862
4 ,5	51,750	—	—	51,750
5	51,825	800	—	51,812
7	51,510	—	—	51,510

Zweite Versuchsreihe.

	mm			mm
0° C.	52,325	52,275	52,225	52,275
0 ,25	52,165	150	110	52,140
1 ,75	52,025	000	—	52,012
2	52,000	51,925	51,900	51,941
3 ,25	51,900	875	800	51,858
3 ,75	51,900	800	—	51,850
5	51,800	—	—	51,800

Dritte Versuchsreihe.

	mm		51,950	mm
1° C,	52,075	52,000	51,900	52,008
1 ,25	52,135	125	51,900	52,080
1 ,5	52,175	075	51,825	52,033
1 ,75	52,125	050	—	52,000
2	52,025	51,975	—	52,000
2 ,5	52,025	975	—	52,000
3 ,25	51,950	900	—	51,925
3 ,75	51,900	—	—	51,900
4	51,850	750	—	51,800
5	51,850	700	—	51,775
6	51,500	—	—	51,500

Vierte Versuchsreihe.

Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.
	mm			mm
1° C.	52,075	52,050	—	52,062
2	51,950	—	—	51,950
3	51,900	51,890	51,875	51,888
3 ,25	51,900	—	—	51,900
3 ,75	51,900	875	—	51,887
4	51,800	725	700	51,741
4	51,775	—	—	51,775
5	51,800	725	650	51,725
5 ,5	51,575	—	—	51,575
6	51,650	575	550	51,575
7 ,25	51,410	400	390	51,400
7 ,5	51,465	—	—	51,465
8	51,425	370	320	51,371
8 ,5	51,375	250	—	51,312
9 ,25	51,300	—	—	51,300
9 ,5	51,200	—	—	51,200

Fünfte Versuchsreihe.

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.
	mm		mm
0° C.	52,258	5° C.	51,675
1	52,100	6 ,5	51,600
1 ,75	52,000	7	51,525
2	51,975	7 ,75	51,425
3	51,900	8	51,350
4 ,25	51,750	8 ,75	51,350
4 ,75	51,700		

Mittel aus den fünf Versuchsreihen.

Temperatur.	Capillarhöhe.	Reducirt auf eine Capillarröhre von 1mm Radius.
	mm	mm
0° C.	52,286	15,334
1	52,057	15,266
2	51,966	15,240
3	51,888	15,228
4	51,770	15,183
5	51,743	15,175
6	51,558	15,133
7	51,500	15,104
8	51,371	15,067
9	51,325	15,053

Diese Tabelle bestätigt vollkommen die Thatsache, dafs zwischen 0° und 4° die Höhe, bis zu welcher das Wasser in einer Capillarröhre gehoben wird, *nicht mit der Dichtigkeit* in Proportionalität steht, *sondern in demselben Verhältnifs abnimmt, wie die Temperatur zunimmt.*

Auch Hr. Sondhaufs gelangt zu einem ähnlichen Resultate, sagt aber dabei [1]): »*rem gravissimam satis exploratam esse non existimo.*«

Ich möchte zugleich auf ein Resultat aufmerksam machen, welches ziemlich sicher aus meinen Beobachtungen hervorgeht: es scheint nämlich, dafs der für die höheren Temperaturen berechnete Coëfficient der Abnahme der Capillarhöhe für 1° C. (0,0286396, Siehe S. 515) bei den Temperaturen unter 4° gröfser werde. Aus den Beobachtungen ergiebt sich:

zwischen	Unterschied
0° und 1°	0,068
1 - 2	0,026
2 - 3	0,012
3 - 4	0,045
Mittel für 1° C.	0,0377

Diese Vergröfserung des Coëfficienten in den Temperaturen unter 4° erklärt sich vielleicht auf folgende Weise: Die Kraft, welche die Flüssigkeitssäule hebt, wird durch die Höhe der gehobenen Säule gemessen: es ist diefs aber ein Maafs, welches wegen Veränderung des specifischen Gewichtes der Flüssigkeit bei verschiedenen Temperaturen einen verschiedenen Werth hat; während also ein Flüssigkeitscylinder von ein und derselben Gröfse von den höheren Temperaturen bis +4° stets schwerer wird, nimmt er von +4° bis 0° wieder an Gewicht ab. Von den höheren Temperaturen bis 4° nimmt also die hebende Kraft und unser Maafs für diese Kraft in gleicher Richtung zu, von 4° abwärts ist die hebende Kraft immer noch in Zunahme, aber das Maafs derselben ist jetzt in Abnahme be-

1) *Dissertatio*, *p.* 28.

griffen. Wenn also die hebende Kraft auch von + 4° abwärts in dem nämlichen Verhältnifs wie in höheren Temperaturen zunimmt, so mufs, weil der gehobene Cylinder leichter wird, seine Länge in stärkerem Verhältnifs wachsen als in den höheren Temperaturen.

Folgerungen aus den Beobachtungen in Bezug auf die Theorie der Cohäsion.

Schon am Eingange dieser Abhandlung (S. 487) habe ich geäufsert, dafs die Capillarhöhe eine Function der Cohäsion und des specifischen Gewichtes sey. Wenn daher die Capillarität als Maafs der Cohäsion betrachtet wird, so müssen die Gewichte der gehobenen Flüssigkeitssäulen verglichen werden; denn man sieht leicht ein, dafs bei ein und derselben Cohäsionskraft die Capillarhöhe gröfser seyn mufs, wenn die specifische Schwere kleiner wird. Die Cohäsion wird daher ausgedrückt durch $h \cdot d$. — Da jedoch die Veränderung von d durch Temperaturerhöhung im Vergleiche zu der bedeutenden Veränderung von h sehr klein ist, so mufs die Veränderung der Cohäsion nahe den Veränderungen der Capillarhöhe proportional seyn. Um daher die Abhandlung nicht unnöthigerweise mit Tabellen zu überladen, habe ich hier die Rechnung von $h \cdot d$ nicht ausgeführt, welche aber bei den theoretischen Betrachtungen über die Veränderung der Cohäsion durch die Wärme und den Vergleichungen derselben mit andern Molecularkräften unumgänglich ist.

Die allgemeinen Resultate, welche ich in Folgendem anführe, bedürfen dieser Rechnung nicht.

Es ergiebt sich aus allen Versuchen der Schlufs, dafs die Wärme einen andern Einflufs auf die Cohäsion ausübe, als den, welcher durch Veränderung der Dichtigkeit bedingt wird.

Wenn man die Cohäsion als eine Function der Molecularattraction und einer Repulsionskraft betrachtet, so ist kaum anzunehmen, dafs die Attractionskraft, welche in einer Massenanziehung ihren Grund hat, durch Wärme ir-

gend eine Veränderung erleide, und somit ist die Betrachtungsweise von Laplace und Poisson eine ganz natürliche: dafs die Attraction der Molecüle eine Function der Dichtigkeit sey. Wenn aber Poisson äufsert [1]), dafs die Veränderung des repulsiven Theiles der Molecularkräfte durch die Wärme eine zu vernachlässigende Gröfse sey, so widerstreitet dieser Ansicht das Experiment, aus welchem im Gegentheil hervorgeht, dafs die Veränderung der Attractionskraft, gegenüber den bedeutenden Veränderungen, welche die Repulsionskraft erleidet, eine beinahe zu vernachlässigende Gröfse ist.

Wenn auch hier nicht der Ort ist in alle theoretische Speculationen einzugehen, auf welche diese experimentellen Untersuchungen führen können, so beweisen dieselben doch, dafs die theoretische Betrachtung der Capillarerscheinungen keineswegs durch die *Théorie de l'action capillaire* und die *Nouvelle théorie* desselben Gegenstandes abgeschlossen ist, und, wie Hr. Biot sagt, aus dem Gebiete der gemeinen Physik tretend, ein abgeschlossenes Ganzes von mathematischen Wahrheiten bilde [2]); vielmehr zeigen dieselben, dafs der Ausspruch eines älteren französischen Academikers [3]) immer noch wahr bleibt: »*Partout dans la nature il y a de la géométrie: mais elle est ordinairement fort compliquée et celle qui avait fondé nos raisonnemens était trop simple pour attraper juste les effets tels qu'ils sont!*« —

1) Siehe die S. 493 angeführte Stelle aus der *Nouvelle théorie de l'action capillaire, p.* 107.

2) *Extrait du supplément à la théorie de l'action capillaire. — Journal de Physique, T. LXV, Juillet* 1807, *p.* 95.

3) In: *Historie de l'Académie royale des sciences de* 1723, *p.* 90. Wahrscheinlich von Fontenelle, dem damaligen Secretair der Academie.

Vergleichung der gefundenen Werthe für die Capillarhöhe des Wassers, Aethers und Olivenöls mit früheren Beobachtungen.

Es bleibt mir noch übrig, die aus meinen Beobachtungen hervorgehenden absoluten Zahlenwerthe der Capillarhöhe mit früheren Bestimmungen zu vergleichen. Da letztere zum Theil bei den wichtigen Untersuchungen von Laplace und Poisson als Prüfung der theoretischen Betrachtungen gedient haben, so möchte es vielleicht nicht ohne Interesse seyn, zu sehen, in wie weit meine Zahlen mit jenen übereinstimmen.

1) Wasser.

Die besten von den älteren Versuchen über die Capillarhöhe des Aethers sind wohl die von Hrn. Gay-Lussac angestellten, welche, nach dem Ausdrucke des Hrn. Biot, die Genauigkeit astronomischer Bestimmungen erreichen.

Gay-Lussac fand die Höhe der gehobenen Flüssigkeitssäule in einer Cpillarröhre von 0,6472 Millim. Radius bei 8°,5 C. $=23^{mm},1634$ [1]), was nach der oben (S. 509) angeführten Formel für eine Röhre, deren Radius $=1$ Millim. ist, einem Flüssigkeitscylinder von $15^{mm},130$ entspricht. Aus meinen Beobachtungen ergiebt sich für die nämliche Temperatur eine Säule von $15^{mm},089$, was mit der Gay-Lussac'schen Zahl bis auf den $\frac{1}{25}$sten Theil eines Millimeters übereinstimmt.

Poisson reducirt nach seinem Gesetze der Veränderung der Cohäsion bei Temperaturerhöhung eine Beobachtung von Hrn. Gay-Lussac, welche bei 16° zwischen parallelen Platten angestellt ist, auf die Temperatur von

1) Poisson, *Nouvelle théorie de l'action capillaire*, *p.* 112. An dieser Stelle im Poisson'schen Texte hat sich ein Druckfehler eingeschlichen, indem bei einer zweiten, hier angeführten Beobachtung der Radius der Röhre zu $9^{mm},9519$ statt 0,9519 angegeben ist. — Dieser Druckfehler ist mit den beiden Gay-Lussac'schen Beobachtungen in andere physikalische Schriften übergegangen.

8',5 [1]), um dieselbe mit den Beobachtungen in Capillarröhren zu vergleichen. Die so erhaltene Gröfse stimmt, wie vorauszusehen, nicht mit der bei niedriger Temperatur beobachteten, so dafs der Unterschied sogar 0mm.4826 beträgt. Poisson schreibt denselben den Beobachtungsfehlern zu, welche aber bei den genauen Messungen des Hrn. Gay-Lussac kaum in so grofsem Verhältnifs vorkommen können. Dieser Unterschied reducirt sich auch wirklich auf weniger als die Hälfte, wenn die Beobachtung bei der höheren Temperatur nach meiner Formel reducirt wird.

Ich will die zuverlässigsten mir bekannten Beobachtungen in folgender Tabelle zum Vergleiche mit meinen Resultaten zusammenstellen.

1) Wasser.

Beobachter.	Temperatur.	Flüssigkeitscylinder, welcher in einer Capillarröhre von 1mm Radius gehoben wird.	Nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
		mm	mm	mm
Gay-Lussac [2])	8°,5 C.	15,130	15,089	+0,041
Idem [3])	11	15,033	15,017	+0,016
Frankenheim [4])	0	15,30	15,332	−0,032
Idem	16 ,5	14,84	14,859	−0,019
Idem [5])	0	15,42	15,332	+0,088
Sondhaufs [6])	0	15,523	15,332	+0,191
Artur [7])	0	15,165	15,332	−0,167
Hagen [8])	10	15,878	15,046	−0,168

1) *c. l. p.* 181.

2) *c. l. p.* 112.

3) *c. l. p.* 295.

4) Lehre von der Cohäsion, S. 79. Die zweite Beobachtung ist hier als bei 6°,5 gemacht angeführt. Hr. Frankenheim corrigirt jedoch diese Angabe in Erdmann und Marchand's Journal, 1841, Bd. 23, S. 404, In derselben Zahl hat Hrn. Sondhaufs's Dissertation, S. 25, den Druckfehler 10°,5 statt 16°,5.

5) Erdmann und Marchand's Journal, Bd. 23, S. 421.

6) *Dissertatio*, *p.* 25.

7) *Théorie élémentaire de la capillarité*, *p.* 104.

8) Die Oberfläche der Flüssigkeiten, 1845, S. 38. Hr. Hagen führt Beobachtungen an, welche er mit sechs Röhren von verschiedenem Durch-

2) Aether.

Beobachter.	Temperatur.	Flüssigkeitscylinder, welcher in einer Capillarröhre von 1mm Radius erhoben wird.	Nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
		mm	mm	mm
Frankenheim [1])	19° C.	5,10	4,821	+0,279
Idem	14 ,5	5,37	4,947	+0,423
Idem [2])	0	5,40	5,354	+0,046
Artur [3])	0	5,208	5,354	−0,146

3) Olivenöl.

		mm	mm	mm
Frankenheim [4])	13° C.	7,40	7,328	+0,072
Haüy [5])	8	7,50	7,381	+0,119

Es sey mir erlaubt zum Schlusse noch einige Relationen zu betrachten, in welchen die Cohäsion mit andern Kräften steht, und die in mehr oder weniger directer Beziehung zu meinen Resultaten stehen.

messer anstellte. Da seine Angaben in altem französischen Maafse sind, so reducirte ich sie auf Millimeter und dann auf eine Röhre von 1 Millimeter Radius. Die sechs Beobachtungen geben:

$$\left.\begin{array}{llll} 14^{mm},726 & 14,714 & 14,872 \\ 14\ \ ,805 & 15,176 & 14,972 \end{array}\right\} \text{Mittel} = 14,878.$$

Die Temperatur wird hier nicht angegeben. An einer späteren Stelle sagt jedoch der Hr. Verfasser, dafs alle seine Beobachtungen bei etwa 8° R. angestellt seyen. Ich habe daher die Temperatur =10° C. angenommen.

1) Lehre von der Cohäsion, S. 83.

2) Erdmann und Marchand's Journal, 1841, Bd. 23, S 426.

3) *Théorie élémentaire de la capillarité, p.* 112.

4) Lehre von der Cohäsion, S. 83. (Mandelöl.)

5) Nach einer Berechnung von Frankenheim (Lehre von der Cohäsion, S. 77) aus den Angaben, welche Laplace anführt.

Ueber die Frankenheim'sche Ansicht des Zusammenhanges der Synaphie mit der lichtbrechenden Kraft.

Hr. Frankenheim glaubt eine gewisse Beziehung zwischen Cohäsion und lichtbrechender Kraft gefunden zu haben [1]). Er berechnet nämlich das Product der Synaphie in die lichtbrechende Kraft $(n^2 - 1)$, mit Zugrundelegung der Brewster'schen Bestimmungen. Er schliefst aus seiner Rechnung, dafs dieses Product bei allen Flüssigkeiten nahezu eine constante Gröfse sey, und stellt die Regel auf, »dafs das Licht um so stärker gebrochen werde, je kleiner die Synaphie sey.«

In Folge dieses Satzes müfste die brechende Kraft ein und derselben Flüssigkeit mit Temperaturerhöhung in eben so grofsem Verhältnifs zunehmen als die Synaphie abnimmt. Vergleichen wir die Beobachtungen mit diesem Schlusse, so geht schon aus der älteren Arbeit von HH. Arago und Petit [2]) hervor, dafs die lichtbrechende Kraft mit Temperaturerhöhung abnimmt. Die genauesten Versuche über die Refraction der Flüssigkeiten hat in neuester Zeit Hr. Mitscherlich angestellt, und, was namentlich von dem gröfsten Interesse ist, er untersuchte ein und dieselbe Flüssigkeit bei verschiedener Temperatur. Hr. Mitscherlich hat seine Arbeiten zwar bis jetzt noch nicht einem gröfseren Publicum mitgetheilt, wohl aber der hiesigen Academie der Wissenschaften vorgelegt. Die Resultate, welche ich der gütigen Mittheilung des Hrn. Verfassers verdanke, lauten dahin, dafs die lichtbrechende Kraft bei erhöhter Temperatur geringer ist, obgleich sich bis jetzt noch nicht entscheiden liefs, ob diese Abnahme der Refraction der Dichtigkeit oder der Temperaturzunahme proportional sey. — Es findet also gerade das Umgekehrte von dem statt, was sich nach der Frankenheim'schen Regel ergeben müfste.

Wenn es gleich wahrscheinlich ist, dafs zwischen die-

1) Lehre von der Cohäsion, S. 91.

2) *Annales de Chimie et de Physique*, *T. I.* 1816. *p.* 1.

sen beiden Molecularwirkungen eine gewisse Relation stattfinde, so mufs doch vorläufig ausgesprochen werden, dafs sie nicht eine solche ist, wie Hr. Frankenheim sie annahm. Die genaue Vergleichung des Verhaltens der Cohäsion und Refraction bei verschiedenen Temperaturen, welche ohne Zweifel geeignet ist, einen Aufschlufs über diese noch so dunkeln Molecularkräfte zu geben, wird jedoch erst dann möglich seyn, wenn die schönen Versuche des Hrn. Mitscherlich beendigt seyn werden.

Relationen zwischen Cohäsion und Elektricität.

In neuester Zeit hat Hr. Draper in New-York eine Ansicht geäufsert, nach welcher die Cohäsion in elektrischen Wirkungen ihre Ursache habe [1]). Obgleich es kaum ein Fortschritt zu nennen ist, wenn zur Erklärung einer dunkeln Erscheinung eine allgemeine Bezeichnung einer wenig bekannten Kraft eingeführt wird, so möchten doch die Experimente, welche Hr. Draper zur Bestärkung seiner Ansicht anführt, die Aufmerksamkeit der Physiker in Anspruch nehmen.

Das erste Experiment ist folgendes: Bringt man einen Wassertropfen auf eine reine Quecksilberoberfläche, und taucht die negative Elektrode eines galvanischen Stromes in das Quecksilber, während man die positive in das Wasser bringt, so zieht sich der Wassertropfen zu einer Halbkugel zusammen. — Dieses Experiment, welches schon Hr. Erman im J. 1808 beobachtet hat [2]), ist vollkommen richtig. Ich tauchte nun umgekehrt die positive Elektrode in das Quecksilber und die negative in den Wassertropfen, wobei sich die entgegengesetzte Erscheinung einstellte, indem alsbald das Wasser sich über die Quecksilberoberfläche ausbreitete. (Auf vollkommen gereinigtem Platinbleche wiederholte sich die Erscheinung nicht.)

Es hängen diese Erscheinungen mit der Bewegung zu-

1) *Philosophical Magazine. Third Series.* 1845. *p.* 184.

2) Gilbert's Annalen der Physik, Bd. 32. 1809. S. 269

sammen, welche die HH. Erman, Herschel, Pfaff und Schweigger [1]) bei Flüssigkeiten beobachtet haben, welche das Quecksilber vollständig bedeckten, wenn ein elektrischer Strom durch diese Verbindung geht. Sie scheinen einerseits ihren Grund zu haben in der allgemeinen Tendenz der Körper, durch welche ein Strom geht, sich in der Richtung dieses Stromes zu bewegen; da aber auch die Bewegungen je nach der chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeiten verschieden sind, so scheinen sie zweitens von den chemischen Veränderungen abzuhängen, welche die Oberfläche des Quecksilbers erleidet. Aber die Annahme einer veränderten Intensität der Cohäsionskraft ist nirgends durch die Beobachtungen begründet. Dafs vielmehr letztere keine Veränderung erleide, beweist auf's Bestimmteste schon das alte Experiment von Hrn. Erman [2]), welcher die Kraft, mit welcher Adhäsionsplatten von Wasser gerissen wurden, wenn sie als Elektroden eines elektrischen Stromes benutzt wurden, gleich fand, wie wenn kein Strom durch die Verbindung ging. Ich habe auch durch einen Versuch mit einer Capillarröhre mich überzeugt, dafs auch bei dem Draper'schen Experimente die Cohäsion keine merkbare Veränderung erleidet: in den auf dem Quecksilber befindlichen Wassertropfen taucht eine Capillarröhre, in welcher das Wasser von dem Tropfen zum Theil aufsteigt; in die gehobene Wassersäule reicht von oben herab ein Platindraht als Elektrode, so dafs die elektrische Verbindung mit dem Quecksilber durch die Wassersäule stattfindet. Würde, wenn ein elektrischer Strom durch die Vorrichtung geht, die Cohäsion eine Modification erleiden, so müfste sich diefs durch Aenderung der Capillarhöhe zeigen. Ich fand jedoch bei Ausführung des Experiments die Höhe der gehobenen Säule bei durchgehendem Strome nur in sofern etwas verändert, als das äufsere Niveau des Wassers durch

1) Erman in Gilbert's Annalen, Bd. 32, S. 269. — Herschel in Schweigger's Jahrbuch der Chemie und Physik. 1825. Bd. 44, S. 182. — Pfaff ebendaselbst. — Schweigger ebendaselbst, S. 214

2) Gilbert's Annalen, Bd 32, S. 263

die Verbreitung über die Quecksilberoberfläche sich veränderte.

Ich glaube daher mit Sicherheit aussprechen zu dürfen, dafs die Cohäsion der Flüssigkeiten, durch welche ein elektrischer Strom geht, keine merkbare Veränderung erleide, und daher das von Hrn. Draper angeführte Experiment nichts beweise für den Zusammenhang der Capillarerscheinungen mit der Elektricität.

Ein zweites Experiment, welches Hr. Draper anführt, ist folgendes: in ein heberförmig gebogenes Glasrohr, dessen einer Schenkel capillar ist, gieſst er Quecksilber. Dasselbe steht wegen der Capillardepression im engen Schenkel tiefer als im weiten. Bringt man auf das Quecksilber im engen Schenkel etwas Wasser, und taucht in dasselbe die positive Elektrode und die negative in das Quecksilber des weiten Schenkels, so soll das Quecksilber in dem engen Schenkel in die Höhe steigen. — Bei Wiederholung glückte mir dieses Experiment einige Male; ebenso, wenn umgekehrt die positive Elektrode in das Quecksilber und die negative in das Wasser tauchte.

Dieses Steigen des Quecksilbers in dem engen Rohre erklärt sich leicht aus einem längst bekannten Experimente von Erman [1]), welcher das Verhalten des Quecksilbers beobachtete, welches mit Wasser vollständig bedeckt war: wenn nämlich die positive Elektrode in das Wasser und die negative in das Quecksilber taucht, so findet eine auffallende Krümmung und Erhöhung der Oberfläche des Quecksilbers statt. Bei dem Draper'schen Versuche zeigt sich diese Erscheinung in der Capillarröhre, worin das Quecksilber wie beim Erman'schen Versuche sich erhebt.

Es gehört diese Erscheinung offenbar in die nämliche Kategorie mit den Schwankungen, welche eine Quecksilbersäule zeigt, die sich in einer horizontalen Röhre zwischen Wasser befindet, in welches die Elektroden eines elektrischen Stromes tauchen. Schon Hr. Erman hat diese

1) Gilbert's Annalen der Physik, Bd. 32. 1809. S. 268.

Beobachtung gemacht [1]), und neulich hat sie Hr. De la Rive in noch gröfserem Maafsstabe ausgeführt [2]).

Man kann endlich auch das Steigen des Quecksilbers in der Capillarröhre eben so leicht aus dem ersten Versuche des Hrn. Draper erklären. Wenn nämlich Wasser in dem engen Schenkel des Heberrohres auf das Quecksilber gebracht wird, so findet die Capillardepression des Quecksilbers in einem Wasserröhrchen statt. Wird die positive Elektrode in das Wasser gebracht, während die negative in das Quecksilber taucht, so zieht sich das Wasser, welches sich zwischen Quecksilber und Glasröhrchen gedrängt hatte, wie beim ersten Experimente zurück; dadurch nimmt die Convexität der Quecksilberoberfläche ab, was eine Erhebung des Quecksilbers zur Folge hat. — Jedenfalls erklärt sich die Erhebung des Quecksilbers auf eine leichte Weise durch solche secundäre Wirkungen, und man braucht eben so wenig hier, als beim ersten Experimente eine Veränderung der Cohäsion durch den elektrischen Strom anzunehmen.

Wenn überhaupt eine Relation zwischen Elektricität und Cohäsion stattfindet, so glaube ich, dafs dieselbe auf einem ganz anderen Wege zu suchen sey. Die wichtige Entdeckung von Hrn. Faraday [3]), dafs ein Körper, durch welchen ein polarisirter Lichtstrahl geht, die Fähigkeit erlangt, die Polarisationsebene zu drehen, wenn der Körper von einem elektrischen Strome umkreist ist, scheint zu beweisen, dafs der Körper durch diesen Strom eine Veränderung im Molecularzustande erleide. Bei dieser Auffassung der Erscheinung liegt der Gedanke sehr nahe, dafs die Cohäsion, welche ebenfalls in einer Wirkung der Molecularkräfte ihren Grund hat, unter den nämlichen Umständen eine Modification erleide. Gleich nachdem die erste Nach-

1) *c. l. p.* 275.

2) *Compt. rend. de l'Acad. des scienc., T. XXII, No.* 10. 1846. *p.* 431.

3) Ueber die Magnetisirung des Lichts. Poggend. Annalen, Bd. 68. 1846. S. 105. Aus: *Phil. Mag., Ser. III, Vol. XXVIII, p.* 294.

Nachricht von der Faraday'schen Entdeckung hier bekannt wurde, wiederholte Hr. Magnus das Experiment mit dem besten Erfolge. Ich benutzte nun den nämlichen Apparat so, dafs ich in die Drahtspirale an die Stelle des Körpers, durch welchen der Lichtstrahl geht, eine Flüssigkeit brachte, in welche eine Capillarröhre tauchte: ich sorgte dafür, dafs der oberste Theil der gehobenen Flüssigkeitssäule noch innerhalb der Drahtspirale sich befand, und beobachtete nun den Stand des Meniscus, während ein Strom durch die Spirale ging. Ich wandte nach einander Wasser, Aether, Alkohol, Steinöl, Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure und eine Lösung von Kupfervitriol an, ohne jedoch irgend eine Veränderung in der Capillarhöhe zu bemerken, wenn der Strom durch die Drahtspirale ging. Wenn man indessen bedenkt, wie gering überhaupt die Wirkung auch auf die Lichterscheinung ist, so darf man die Hoffnung nicht aufgeben, wenn es gelingen sollte, das Faraday'sche Experiment in einem gröfseren Maafsstabe auszuführen, vielleicht auch eine Veränderung der Cohäsion unter den nämlichen Umständen zu beobachten.

Wir müssen glauben, dafs alle Wirkungen, welche durch den Molecularzustand der Körper bedingt sind, im engsten Verbande unter sich stehen, und dafs demnach durch die Gesetze, welche von den einen Molecularwirkungen bekannt sind, auch die andern erläutert werden; dann ist aber auch jede neue, mit Genauigkeit ausgeführte Versuchsreihe, welche über die Gesetze der einen dieser Molecularwirkungen Aufschlufs giebt, geeignet, die Kenntnisse der innersten Constitution der Körper zu erweitern. — Möge meine Arbeit auch in dieser Beziehung benutzt werden können!

II. *Neues Hygrometer.*

Veranlafst durch das Instrument von Majocchi (Ann., Bd. 54, S. 148) empfiehlt Hr. Regnault (*Ann de chim. et de phys.*, 1847, *T. XIX*, *p.* 84) den auf Taf. II, Fig. 8, abgebildeten hygrometrischen Apparat.

Ein Ballon von sehr dünnem Glase, etwa 800 C.C. fassend, hat zwei Tubulaturen, eine *o*, versehen mit dem Hahn *r* und der darauf stehenden getheilten Röhre *st*, die andere, versehen mit dem Hahn *r'*, der mittelst der Röhre *pq* zu einem Aspirator führt. Die Röhren *ab*, *cd* sind mit Quecksilber gefüllt bis zu einem auf *ab* gezogenen Strich, der dem Nullpunkt eines den Röhren angelegten Maafsstabes entspricht. Läfst man bei geöffneten Hähnen den Aspirator wirken, so füllt sich der Ballon mit der äufseren atmosphärischen Luft, und wenn dieſs hinreichend geschehen, verschliefst man die Hähne *r* und *r'*, und beobachtet an einem neben dem Ballon befindlichen Thermometer die Temperatur. Hierauf gieſst man etwas Wasser in die Röhre *st*, öffnet und verschliefst sogleich den Hahn *r*, wodurch ein Tropfen, dessen Volum man aus der Senkung des Wassers in der kleinen getheilten Röhre erkennt, in den Ballon fällt. Ist die Luft mit Dampf gesättigt, so führt man das Niveau des Quecksilbers auf den Strich *mn* zurück, indem man Quecksilber in die Röhre *bc* gieſst. Dann mifst man den Niveau-Unterschied beider Säulen.

Dieser Apparat hat Vorzüge vor dem Majocchi'schen, daneben aber immer den Nachtheil, dafs es zur Sättigung der Luft im Ballon mit Wasserdampf einer beträchtlichen Zeit bedarf, und dafs sich während der Zeit die Temperatur bedeutend ändern kann.

III. *Ueber den Pleochroismus des Amethysts; von Wilhelm Haidinger.*

(Mitgetheilt am 8. Juni v. J. der Versammlung von Freunden der Naturwissenschaften in Wien.)

In einem früheren Aufsatze über den Pleochroismus der Krystalle [1]) suchte ich auch einige der Erscheinungen, welche der Amethyst wahrnehmen läfst, nach den Krystallformen zu orientiren. Doch blieb so Vieles dabei noch unbestimmt, dafs ich die Angabe mehr nur deswegen machte, um Optiker, die bessere Krystalle besäfsen, zu einer weiteren Forschung einzuladen.

Ich habe seitdem selbst Gelegenheit gefunden, Einiges von den Beobachtungen zu ergänzen, die in den früheren Angaben fragmentarisch waren, aber sich nun bereits besser zu einem Ganzen abrunden.

Die erste Veranlassung dazu war eine senkrecht auf die Axe geschnittene Platte von Amethyst in dem physikalischen Kabinet der hiesigen Universität, die Hr. Regierungsrath von Ettinghausen von Paris mitgebracht hatte, aus der Werkstätte des verdienstvollen Mechanikers und Optikers Soleil, dessen schöne Platten so vielen Physikern Gelegenheit zu Studien dargeboten haben. Zwischen gekreuzten Polarisirern zeigte die Platte die Ringe mit einem schwarzen Kreuz so vollkommen als Kalkspath, ein Beweis, dafs die rechts und links circular polarisirenden Individuen mit einander genau im Gleichgewichte standen, auch nicht eine Dicke die andere überdeckte, denn sonst wären die entweder rechts oder links gerichteten Airy'schen Spiralen sichtbar gewesen.

An einer Platte von ganz weifsem Quarz oder Bergkrystall, man müfste ihn, nach Brewster [2]), wohl auch Ame-

1) Abhandlungen der K. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge, 3. Bd. — Poggendorff's Annalen, 1845. Bd. 65, S. 1.

2) *Transact. of the Royal Society of Edinburgh, Vol. IX, p.* 139.

thyst nennen, im K. K. Montanistischen Museo beobachtet man leicht beide Arten von Spiralen; dazwischen liegen Stellen, die das schwarze Kreuz regelmäfsig geben; endlich gegen die Mitte zu, und zwar in der Figur etwa eines sechsstrahligen Sternes, dessen Enden gegen die Winkelpunkte des regelmäfsig sechsseitigen Querschnitts der Platte auslaufen und von parallelen Seiten eingefafst sind, breitet sich eine grofse Stelle von einfacher circularer Polarisation aus.

Die Amethystplatte, von der Spitze eines Krystalls abgeschnitten, zeigt schon bei genauer Betrachtung durch die Lupe eine Streifung von abwechselnd lichterem und dunklerem Violblau parallel drei Linien, *ak*, *al* und *ah*, Fig. 2, Taf. II, welche in der Projection auf die Fläche der Basis dieselbe Lage haben, wie die projicirten Durchschnitte zwischen den abwechselnden Flächen *P* und *P'*.

Noch deutlicher erscheinen sie, wenn man die Platte durch polarisirtes Licht beleuchtet. Die dichroskopische Lupe wirkt dann schon als Analysirer. Die Linien zeigen die scharf an einander abschneidenden schönen Farben der Ringe, wie sie uns Sir David Brewster zuerst als Eigenthümlichkeit des Amethysts gezeigt hat. Aber auch auf den Flächen mancher, besonders der brasilianischen Krystalle, sieht man die den Kanten parallele Streifung der Fig. 3, Taf. II, deren auch G. Rose gedenkt [1]). Glanzlose Streifen wechseln mit glänzenderen ab. Sie werden ohne Zweifel durch die Abwechslung dünner Schalen von rechten und linken Individuen hervorgebracht. Parallel einer jeden der *P* Flächen liegen mehr und weniger tief gefärbte Schichten, die man vorzüglich leicht erkennt, wenn man in den Richtungen hinsieht, welche in der *P* Fläche selbst liegen.

In Fig. 2 liegen nun die farbigeren Schichten, etwa in dem Theile *lah*, parallel der Fläche *P'*. Neigt man die Platte dergestalt, sie um die Linie *ef* herumdrehend, dafs man *senkrecht* auf die Fläche *P'* hinsieht, so erscheint die Farbe dieses Theils *lah* mehr röthlichviolett als vorher.

1) Ueber das Krystallisationssystem des Quarzes, S. 42.

während die beiden Drittel *lak* und *kah* mehr bläulich erscheinen. Neigt man sie dagegen so, dafs man möglichst *in der Richtung* der Fläche *P'* hinsieht, so erscheint derselbe Theil *lah* bläulichviolett, die andern zwei Drittel mehr röthlich.

Stellt man eine dichroskopische Lupe auf die Platte und beobachtet die Farbentöne, wie sie in Fig. 2, Taf. II, mit 1, 2, 3, 4 bezeichnet sind, so erhält man das Violblau in

1) röthlich,
2) bläulich,
3) bläulich,
4) röthlich.

Man sieht den Wechsel der Farben, indem man die Lupe in einer geraden Linie senkrecht auf die Seiten des Sechsecks bewegt. Nur die Mitte giebt einen neutralen Farbenton, oder einen solchen, in welchem das obere und das untere Bild der dichroskopischen Lupe gleichfarbig erscheinen. Bewegt man die Lupe im Kreise herum, so ist im ordentlichen, dem Mittelpunkte des Krystalls näheren Bilde in *ag*, Fig. 4, Taf. II, das Maximum des Blau, in *ah* 60° davon entfernt das Maximum des Roth, im Violblau. Die Linie *ai*, in welcher beide Bilder gleich gefärbt sind, macht begreiflich mit *ag* einen Winkel von 45°. Die Fläche besteht demnach durch die dichroskopische Untersuchung aus drei Keilen von 90° mit steigendem Blau, und aus drei Keilen von 30° mit steigendem Roth im ordentlichen Bilde.

Die Fläche senkrecht auf der Axe, welche bei allen einaxigen Krystallen sonst durchgängig zwei gleichfarbige Bilder giebt, ist also hier *dichromatisch*, übereinstimmend mit den zwei Paaren in entgegengesetzter Richtung mit ungleicher Geschwindigkeit stattfindenden circularen Schwingungen. Aber die dichroskopische Lupe zeigt in diesen Flächen noch nicht das Maximum der Farbenunterschiede überhaupt. Zu diesem Zwecke ist es nothwendig, einen

der Theile wie *l a k*, Fig. 2, für sich abzutrennen, und durch Schleifen besonders herzurichten.

Verglichen mit der Stellung des Krystalls, Fig. 3, erhält der von drei Paaren senkrecht auf einander stehender Flächen begränzte parallelepipedische Körper die Lage wie Fig. 5, Taf. II. Die Flächen *P* sind den breiteren Hemiquarzoïd- oder Rhomboëderflächen des Amethysts parallel; ihnen parallel sieht man im Innern die Lagen der violetten Färbung. Die Flächen *M* stehen senkrecht auf diesen, und sind zugleich der Axe der sechsseitigen Prismen parallel. Die Flächen *T* stehen senkrecht auf den beiden vorhergehenden. Die Kante *P T* ist horizontal. Die Zeichnung ist gröfser als man die Platten leicht haben kann, vorzüglich in Bezug auf die Dicke zwischen *P* und der entgegengesetzten Fläche; aber man kann leicht zwei oder mehrere Platten, die aus den kleineren brasilianischen Krystallen geschnitten sind, an einander kitten. Bei dunkler gefärbten Amethysten genügen ziemlich kleine Stücke, um alles genau zu beobachten.

Bei den Stücken, wie Fig. 5, kann man nun, genau nach der Gestalt orientirt, die folgenden Farben beobachten. Schon im gewöhnlichen Lichte ist die Fläche *P* lebhaft röthlichviolblau, die Fläche *T* giebt ein bläuliches Violblau, *M* hat einen mittleren Farbenton.

Durch die dichroskopische Lupe werden die Flächenfarben auf eine ganz eigenthümliche, von allen trichromatischen Krystallen abweichende Weise zerlegt. Die Bilderpaare auf den Flächen zeigen durch die hineingezeichneten Büschelfiguren die Lage der Polarisationsebenen, nach welcher die Färbung zerlegt wird.

Auf der Fläche *P* ist das in der Richtung der Krystallaxe polarisirte Bild 1, durch den ordentlichen Strahl hervorgebracht, ein schönes Violblau, das nur durch den Contrast bläulich erscheint, den es mit dem reinen Rosenroth des senkrecht auf der Axe polarisirten Bildes 2 hervorbringt, welches durch den aufserordentlichen Strahl entsteht. In dunkleren Stücken geht das Rosenroth in Kermesinroth über.

das Violblau wird dunkler Violblau. Das Maximum des Contrastes findet statt, wenn die zwei Bilder genau senkrecht unter einander stehen. Die Bilder zeigen eine gleichförmige Farbenvertheilung, und sind nicht gestreift.

Auf der Fläche *T* besitzt das obere Bild 3, durch den ordentlichen Strahl hervorgebracht und in der Ebene der Krystallaxe des Amethysts polarisirt, die rein violblaue Farbe, wie das Bild 1 auf der *P* Fläche; aber das Bild 4 bringt einen schneidenden Gegensatz mit demselben hervor, indem es als ein rein blauer Ton ohne Roth bezeichnet werden kann. Es ist klarer als das rosenrothe oder violblaue, und erscheint in wenig gefärbten Stücken blafsblau oder blaulichweifs, oft beinahe farblos, in dunklern, durch bläulichgrau in eine Art Indigblau übergehend, und der Farbe einer stark verdünnten Dinte ähnlich. In manchen Krystallen hat es selbst einen blafsgrünlichen Stich. Das Maximum des Contrastes findet statt, wenn die zwei Bilder in der Richtung der Axe unter einander stehen. Hellere und dunklere Streifen, der *P* Fläche parallel, wechseln mit einander ab.

In der Ordnung der Helligkeit folgen sie:

1) Hellster Farbenton Blafsblau
2) Mittelerer - Rosenroth
3) Dunkelster - Violblau.

Klebt man die Fläche *M* auf einen Wachscylinder und dreht diesen vor der Lichtöffnung der dichroskopischen Lupe, also um die Kante *PT* herum, wodurch man abwechselnd die Flächen *P* und *T* beobachtet, so liegen natürlich die zwei Bilder senkrecht unter einander in der Richtung senkrecht auf den Kanten *PM* und *TM*. Das untere Bild ist dann rundherum violblau, das obere wechselt zwischen rosenroth und bläulichweifs. Diese Erscheinung ist ähnlich den gewöhnlichen Beobachtungen an trichromatischen Krystallen, in welchen die Farben nach den drei Elasticitätsaxen vertheilt sind, und jede Flächenfarbe aus den Farben derjenigen zwei Axen besteht, welche in dieser Fläche liegen.

Nach dem Gesetze des Trichroismus bei orthotypen Formen würde man die Farbe der Fläche *M*, als aus dem Rosenroth und Blafsblau gemischt, blafs Violblau erwarten, die Maxima der Farbencontraste durch die dichroskopische Lupe würden bei der Stellung der zwei Bilder wie 5 und 6 oder senkrecht darauf stattfinden. Diefs ist jedoch *nicht* der Fall, und die drei einzelnen Theile der Amethystkrystalle, wie *lah*, *lak* und *kah*, unterscheiden sich durch die Farbenaustheilung streng und höchst eigenthümlich von den gewöhnlichen Fällen des Trichroismus in orthotypen, augitischen oder anorthischen Krystallen.

Die Fig. 6, Taf. II, stellt ein ganzes Quarzoïd vor, durch und durch von der Structur zunächst jeder einzelnen *P* Fläche des Amethysts. Die Fläche *P*, auf welcher die Farben Violblau und Rosenroth beobachtet wurden, erscheint als Linie *AC*, die Fläche *T* mit ihren Farben Violblau und Blafsblau, erscheint als Linie *CF*, senkrecht auf *AC*. Die Fläche senkrecht auf den beiden vorhergehenden ist *AGHC*. Die Farbe derselben ist Violblau. Die dichroskopische Lupe zeigt in der Stellung der Bilder nach der Axe des Quarzoïdes:

1) Röthlich Violblau, eben so 4.
2) Bläulich Violblau, eben so 3.

Der Farbenton des röthlichen Violblau erscheint als gemischt aus dem im Vorhergehenden erwähnten Violblau und Rosenroth, der des bläulichen Violblau als aus Violblau und Blafsblau, so nahe sich diefs durch unmittelbare Vergleichung durch das Auge ergiebt.

In der Richtung *EB* unter 45° gegen *AB* und gegen *BC* geneigt, ist die neutrale violblaue Farbe in den zwei Bildern vollkommen einander gleich. In der Richtung *DB* dagegen senkrecht auf der Fläche *P*, senkrecht also auch auf den denselben in den Amethystkrystallen parallel erscheinenden Farbenstreifen zeigt sich schon wieder ein beginnender Contrast. Das Bild 5 ist merklich mehr in's Blaue geneigt als das Bild 6.

Der Winkel *ACH*, die Basis des Quarzoïds ist = 103° 35',

der Winkel $ACB = ABD$, also $51^{\circ}\ 47\frac{1}{7}'$. Hievon den Winkel $ABF = 45^{\circ}$ abgezogen, läfst für EBD den Winkel von $6^{\circ}\ 47\frac{1}{7}'$.

Man beobachtet diese Contraste leicht, wenn man auf die abwechselnden Seitenflächen der sechsseitigen Prismen von Amethyst Glasprismen von 30° dergestalt aufklebt, dafs man durch zwei parallele Flächen der Glasprismen und den dazwischen liegenden Krystall hindurchsieht. Uebereinstimmend mit dieser Farbentheilung erscheinen auch gut gefärbte in den drei Richtungen ziemlich gleich ausgedehnte Amethystfragmente mehr röthlichviolblau in der Richtung der Axe, mehr bläulichviolblau in allen Richtungen senkrecht auf dieser Axe.

An den rohen brasilianischen Amethysten, die um und um von Bruchflächen begränzt sind, wie sie sich bei den Händlern finden, wo also die Beobachtung der regelmäfsigen Gestalt fehlt, kann man dennoch leicht, wo es wünschenswerth ist, die Richtung der Krystallaxe durch die Farbenverhältnisse auffinden, selbst wenn keine Spur von Krystallflächen mehr übrig bleibt. Man sucht zu diesem Zweck erst mit freiem Auge diejenige Richtung, in welcher das Violblau am meisten in's Blaue fällt. Diefs ist die Lage der oben, Fig. 5 und 6, durch T bezeichneten Fläche. Hält man diese nun dem Auge gerade entgegen und untersucht sie mit der dichroskopischen Lupe, so findet sich sehr bald der Contrast des Violblau mit dem Blafsblau, und indem man das erste Bild gerade über das zweite bringt, die Lage des Hauptschnittes oder der Ebene, in welcher die Axe des Krystalls liegt. Ob man von der Seite der Spitze A oder der der Basis C begonnen hat, zeigt endlich die Austheilung der röthlich- oder bläulichvioletten Farbe auf der Fläche $AGHC$, die senkrecht auf P und T ist. Gewöhnlich sind noch Streifungen vorhanden, die das Aufsuchen erleichtern.

Vor längerer Zeit hatte ich einen Amethystkrystall in die Gestalt einer Kugel schleifen lassen. Die bläulichviolette Färbung zeigte sich allerdings auch hier sehr deutlich,

aber die sich so nahe liegenden violetten Farbentöne wechselten so rasch durch fast unmerkliche Uebergänge, dafs ich es aufgab, auf diesem Wege die Farben zu orientiren. Erst die von Hrn. von Ettingshausen erhaltene Platte veranlafste mich den Weg einzuschlagen, der zum Ziele führte.

Die Angaben in meinem früheren Aufsatze verlangen nun noch eine Vervollständigung. Hat man eine Platte parallel der Fläche *P* geschnitten und untersucht sie wie Fig. 5, so erhält man, so wie es dort, als durch parallele *P* Flächen an einem Krystall erwähnt ist, das obere Bild mehr bläulich, das untere mehr röthlich. Durch zwei parallele Flächen *z* erhält man allerdings auch das obere Bild röthlich, das untere bläulich und klar, aber diefs ist mit dem charakteristischen Contraste nur dann der Fall, wenn man die Lichtöffnung der dichroskopischen Lupe zunächst der Krystallspitze des Amethystes auf die Fläche *z* stellt. Diefs ist nahe die Lage der Beobachtung der in Fig. 5 durch *T* bezeichneten Fläche. In einer, tiefer herab auf der Fläche *z* gelegenen Stelle verändern sich die Farben. Die Bilder verlieren ihre Farbe, ja das obere wird rosenroth, das untere violblau; weil man eigentlich die Farben der zwei entfernten Drittheile des Amethystkrystalls Fig. 2 in das Gesichtsfeld bringt. Zu oberst auf der Fläche *z* beobachtet man nämlich die Farbe der Schichten parallel der über die Spitze hinüber liegenden *P* Fläche, weiter unten aber die Summen der den beiden angränzenden *P* Flächen parallelen Schichten.

Auf der Fläche des sechsseitigen Prismas erscheint aber das obere Bild, das ordentliche, stets mehr bläulich, das untere röthlich, daher ersteres den, wenn auch nur schwach ausgesprochenen Eindruck eines dunkleren Farbentons macht.

Sir David Brewster hat vor langer Zeit bereits die höchst merkwürdigen einzelnen Farbentöne beobachtet, und in den *Philosophical Transactions* für 1819, *p.* 11, beschrieben wie folgt:

Axe des Krystalls in der Ebene der primitiven Polarisirung.	senkrecht auf der
Amethyst, Blau	Rosenroth (*pink*).
Derselbe, Gräulichweifs	Rubinroth.
Derselbe, Röthlichgelb	Rubinroth.

Orientirt man diese Angabe der Stellung des Krystalls mit der dichroskopischen Lupe, so entspricht die erte Columne dem ordinären oberen Bilde *O*, die zweite dem extraordinären unteren Bilde *E*, aber die Farbentöne erscheinen dann zum Theil in der entgegengesetzten Lage. Gewifs ist »blau« und »gräulichweifs« die oben als Blafsblau angegebene hellste Farbe; das »*pink*« ist Rosenroth, die zweite; für das »Rubinroth« bleibt wohl nichts als das schönste reine Violblau übrig, welches theils durch den Contrast mit dem Blau mehr den Eindruck von Kermesinroth machen konnte, theils auch schon mit dem Gelb des so häufig in Schichten abwechselnden anders gefärbten Amethystes der brasilianischen Varietäten durch Juxtaposition gemengt war. So entstand auch gewifs das in demselben dritten Stücke vorkommende »Röthlichgelb.«

An mehreren Stücken in dem K. K. Montanistischen Museo und dem K. K. Hof-Mineralienkabinet habe ich auch solche Farbentöne bestätigt gefunden. So zeigten an einem Exemplare drei unter einander zu beobachtende verschiedene Bilderpaare der dichroskopischen Lupe, auf der wie *T* senkrecht gegen *P* gelegenen Fläche

1) *O* oben, Violblau.
   E unten, blafs Himmelblau in's Berggrüne.
2) *O* oben Rosenroth } die obigen Farben mit einer
   E unten Spargelgrün } Beimischung von Gelb.
3) *O* oben } Weingelb } Roth und Blau bereits verschwunden.
   E unten }

Eine violette äufsere Schale überzog den gelben Kern des Krystalls.

Die beiden auf *P*, Fig. 5, zu beobachtenden Bilder waren 1) *O* Violblau und 2) *E* Kermesinroth. Auch diese

Farben sind bereits durch das Gelb des Kerns, durch welchen man hindurchsieht, bedeutend erhöht.

Die reinen honiggelben Farbentöne des sogenannten Citrins, die, wie die violblauen, oft in lichteren und dunkleren Schichten in den Krystallen abwechseln, werden durch die dichroskopische Lupe nicht zerlegt, *O* und *E* ist gänzlich gleich gefärbt. Das Nelkenbraun des Rauchtopases wird in ein ordinäres Nelkenbraun und in ein extraordinäres Citronengelb zerlegt, aber rein in Beziehung auf die Hauptaxe, nicht nach der combinirten Lage der Farbenschichten, und der Hauptaxe, wie das Violblau im Amethyst. Es kommen also an den verschieden gefärbten Quarzvarietäten, selbst das Weifse oder Farblose nicht berücksichtigt, dreierlei verschiedene chromatisch-polarische Wirkungen auf das Licht vor, die jedoch so viele Zwischenglieder unter einander zeigen, als es wahrscheinlich Modificationen des Zustandes gab, in welchen sich die Krystalle bildeten.

Es wurde oben bemerkt, dafs die Farbe der Flächen des Hemiquarzoïdes oder Rhomboëders *P*, Fig. 5, gleichförmig ist, die Farbe der senkrecht auf dieser und auf dem Hauptschnitt stehenden künstlichen Fläche *T* aber heller und dunkler gestreift erscheint. Diefs wird dadurch hervorgebracht, dafs die färbende Materie parallel den *P* Flächen in den schichtenweise aus rechten und linken Individuen gebildeten Amethyst-Zwillingskrystallen in gröfserer oder geringerer Menge abgelagert ist.

Aber die in den Schnitten senkrecht auf der Axe erscheinenden Streifen, parallel einer jeden, wie *ah*, Fig 2, oder parallel der Kante *ah*, Fig. 3, gelegenen Linien sind ebenfalls abwechselnd heller und dunkler, oder weifs und violblau. Die färbende Materie nimmt also zugleich die symmetrische Stellung an, welche in der Krystallreihe des Quarzes dem regelmäfsigen sechsseitigen Prisma ∞R entspricht, also der Gränze der Rhomboëder, oder hier der Trigonoïde.

Man kann demnach einen Amethystkrystall in seiner

vollkommensten Ausbildung als aus Schichten zusammengesetzt betrachten, die sich zugleich parallel den Flächen *P* oder krystallographisch $r.\frac{Q}{2}$ und $l.\frac{Q}{2}$, und parallel drei in der Axe zusammenschliefsenden Flächen eines dreiseitigen Prismas *ah*, *ak*, *al*, Fig. 2, auf einander aufgelegt haben.

Diese eigenthümliche Anordnung giebt noch Veranlassung zu besonderen Erscheinungen, die hier kürzlich erwähnt werden sollen.

Es wurde gezeigt, dafs in der dichroskopischen Lupe das obere ordinäre Bild 3, Fig. 2, bläulich, das untere extraordinäre Bild 4 röthlich erscheine, beides violblau. Man betrachte nun eine, wie das Bild 3 senkrecht polarisirte Fläche, also etwa einen unter dem Polarisationswinkel geneigten liegenden Spiegel, durch den Theil *lah* der Krystallplatte, ohne dichroskopische Lupe. Begreiflich mufs derselbe bläulichviolette Farbenton erscheinen, was auch vollkommen durch die Beobachtung bestätigt wird. Will man den röthlichvioletten Ton sehen, so ist es erforderlich, dafs man die Platte, immer ihre senkrechte Lage auf der Sehaxe beibehaltend, um einen Azimutalwinkel von 90° drehe. Man hält dabei die Platte in dem Brennpunkte einer gewöhnlichen Lupe.

Läfst man die Lupe weg und hält die Platte vor das Auge, so dafs man durch dieselbe nach dem polarisirten Lichtfelde hinsieht, so erscheinen zwar zunächst der Sehaxe auch die erwähnten bläulich- und röthlichvioletten Farben, aber sie bilden dann nur den Mittelpunkt einer sehr überraschenden Erscheinung. Man gewahrt nämlich die von der rhomboëdrischen Krystallaxe abhängige kreuzweise Austheilung der Farben, mit den begleitenden Zwischenräumen, aber nicht durch Weifs oder Schwarz, mit der regelmäfsigen Aufeinanderfolge der Newton'schen Ringe, sondern durch die violetten Farbentöne des Amethysts ausgeführt.

Die erste bläulichviolette Lage zeigt ein bläulichviolettes Kreuz, dessen Balken sich in der Richtung der ursprünglichen linearen Polarisation des betrachteten schwarzen Spie-

gels und senkrecht darauf ausdehnen. In den Kreuzwinkeln, 45° von der Ausdehnung der Balken verschieden, erscheinen rundliche Räume, deren Farbe die röthlichviolette ist, aber sich in dem Punkte des höchsten Contrastes in ein blasses Grün verläuft; die zweite Lage giebt ein, wie das vorige in Bezug auf die Polarisationsebene des Spiegels gelegenes, aber röthlichviolettes Kreuz, die im Geviert erscheinenden farbigen Flecke sind bläulichviolett. Das bläuliche Violett erscheint hier überall dunkler als das röthliche.

Die Erklärung der Erscheinung ist nicht schwierig, aber sie ist durch die eigenthümliche *schichtenartige* Zusammensetzung des Amethysts bedingt. Das Kreuz selbst ist die den einaxigen Krystallen gemeinsame Erscheinung der senkrecht auf die Axe geschnittenen Platten im polarisirten Lichte. Es ist vollständig, man beobachtet nicht die dem Quarz eigenthümliche Circularpolarisation, weil die rechten und linken Individuen in der Axe parallelen Flächen so nahe an einander liegen, und ihre entgegengesetzten Wirkungen daher so schnell mit einander abwechseln, dafs sie collectiv wie ein gewöhnlicher einaxiger Krystall wirken.

Die Platte *AB*, Fig. 7, Taf. II, erhält vollständig in einer Richtung polarisirtes Licht von dem Spiegel *CD*. Sie zerlegt dieses Licht und verwandelt es in das Aggregat von ordinär und extraordinär polarisirten Strahlen, deren Polarisationsebene für die ersten radial, für die letzteren tangential um die Axe herumliegen. Aber die Platte selbst zerlegt das Licht auch wieder durch die Aufeinanderfolge der der Fläche *P* parallelen Schichten, der rechten und linken Individuen, und der dazwischen liegenden färbenden Materie. Der Einfallswinkel des Strahles *GF* auf diese Schichten oder *EFG* ist $=51^{\circ}\ 47\frac{1}{2}'$, nur um $5^{\circ}\ 10\frac{1}{2}'$ verschieden von $56^{\circ}\ 58\frac{1}{2}'$ dem Polarisationswinkel des Quarzes. Es findet also hier schon ein bedeutender Grad von Polarisation statt, und zwar, da sie durch Transmission geschieht, in der Richtung senkrecht auf der Einfallsebene *EFG*, Fig. 7, oder übereinstimmend mit der Lage des Far-

benbildes 4, Fig. 2. Die Wirkung der Platte als Schichtensäule in Bezug auf Polarisation ist also mit der Wirkung der reflectirenden Spiegelfläche in *gekreuzter* Lage, man erhält also das Minimum von Licht in's Auge, oder das dem schwarzen analoge dunklere bläulichviolette Kreuz mit den hellen Räumen. Um 90° Azimuth gedreht stimmen die beiden Polarisationsebenen überein, und man erhält das Maximum an Licht, oder das hellere röthlichviolette Kreuz mit den dunkleren Winkelräumen.

Legt man auf die Amethystplatte eine gewöhnliche Turmalinplatte als Analysirer dergestalt auf, dafs die Polarisationsebene der letzteren mit der der ersteren übereinstimmt, oder die Lage hat wie das Bild 4, Fig. 2, so behält die Analyse denselben Charakter, oder die Wirkung des Amethysts wird verstärkt; für das dunkelviolette Kreuz erhält man ein schwarzes. Das Entgegengesetzte findet statt, wenn man ihr die Lage des Bildes 3 giebt, dann wirkt sie der Amethystplatte entgegen und überwindet ihre Wirkung vollständig. Man erhält dann statt des dunkleren Violblau ein helles Kreuz.

Ein sehr schöner optischer Effect wird hervorgebracht, wenn man die Amethystplatte in der Lage von Fig. 7 durch die dichroskopische Lupe betrachtet, so wie diefs oben bemerkt worden ist. Die Streifen der violetten Färbung werden, wie in Fig. 2, nach den Bildern 3 und 4 zerlegt, aber durch die Beimischung der Interferenzfarben bedeutend erhöht. Die daselbst beschriebene Platte zeigt in 3 die röthlichen und gelblichen, in 4 die mehr bläulichen und violetten Farbentöne.

Die zuletzt beschriebene Erscheinung der röthlich- und bläulichvioletten Kreuze und Räume hängt auf das Genaueste mit den Resultaten zusammen, welche Biot [1]) am Alaun erhalten, und *Polarisation lamellaire* genannt hat. Diese Krystallblättchen-Polarisation eröffnet in ihren mannigfaltigen Combinationen mit den eigenthümlichen Wirkungen der Krystalle eine tiefere Einsicht in die wundervollen Erschei-

1) *Mémoires de l'Academie des Sciences, T. XVIII, p.* 681.

nungen, die Brewster, Herschel und Biot am Apophyllit, am Analcim, am Borazit, am Idokras, am Flufs, am Steinsalz, am Salmiak untersuchten, und welche der grofse französische Physiker auf das allgemeine Gesetz der Uebereinstimmung der optischen mit den krystallographischen Erscheinungen zurückgeführt hat.

IV. *Diamant in Nordcarolina.*

Prof. Shepard zu New-Haven, der schon i. J. 1845 aus dem von ihm nachgewiesenen Vorkommen des Itacolumits (des Muttergesteins der Diamanten) an mehren Punkten der Goldregion der Vereinigten Staaten die Wahrscheinlichkeit einer baldigen Auffindung des Diamanten selbst in dieser Region vorher gesagt hat, macht im *Americ. Journ. of Science and arts Ser. II, Vol. II, p.* 253, bekannt, dafs ihm kürzlich durch einen seiner Freunde der erste Fund dieser Art zugesandt worden sey. Der erhaltene Krystall fand sich in den Goldwäschen von Hrn. Twitty's Grube, die in der Itacolumit-Region der Grafschaft Rutherford, Nord-Carolina, liegt. Er wiegt 4,12 Gran, besitzt die in Fig. 10, Taf. II, abgebildete, verlängerte Gestalt, und das spec. Gewicht =3,334. Er ist durchsichtig, und zeigt nur einen schwachen Stich in's Gelbliche, fast ohne Risse. Härte und Glanz sind normal.

V. *Ueber die chemische Constitution der Augite, Amphibole und verwandter Mineralien; von Th. Scheerer in Christiania.*

Die bekannte Ansicht v. Bonsdorff's, dafs in den thonerdehaltigen Augiten und Amphibolen ein Theil der Kieselerde möglicherweise durch Thonerde, in dem Verhältnisse von $2\dot{\dot{S}}i : 3\dot{\dot{A}}l$, isomorph ersetzt sey, dürfte wohl jetzt, da sie durch Thatsachen ähnlicher Natur unterstützt wird, einer gröfseren Aufmerksamkeit würdig erscheinen, als ihr bisher zu Theil geworden ist. Durch die nachfolgende Zusammenstellung von Resultaten wird man sich, glaube ich, überzeugen, dafs die Richtigkeit dieser Ansicht kaum noch länger in Zweifel gezogen werden kann. — Zugleich wird sich aus dem Folgenden ergeben, dafs auch in mehreren augitischen und hornblendeartigen Mineralien basisches Wasser auftritt, dafs also die polymere Isomorphie in diesen Mineralkörpern eine zwiefache Rolle spielt, einerseits bei den elektronegativen, und andererseits bei den elektropositiven Bestandtheilen derselben.

A. Augit und verwandte Mineralien.

1) Augit.

Kudernatsch hat eine Reihe sehr werthvoller Analysen von thonerdehaltigen Augiten geliefert. Berechnet man die Sauerstoffverhältnisse dieser Augite, und legt zwei Drittel von dem Sauerstoff der Thonerde zu dem der Kieselerde, so erhält man folgende Proportionen:

		$\ddot{S}i$, $\ddot{A}l(\frac{2}{3})$.	$\dot{R}$.	
1) A. a. d. Fassathal	(4,02 $\ddot{A}l$)	27,30	: 13,44	
2) A. a. d. Eifel	(6,00 -)	27,54	: 13,37	
3) A. a. d. Rhöngebirge	(6,47 -)	28,35	: 13,48	
4) A. v. Aetna	(4,85 -)	27,77	: 13,10	
5) A. v. Vesuv	(5,37 -)	28,11	: 13,44	
im Mittel		27,81	: 13,37	$\dot{R}^3[\ddot{S}i]^2$
nach der Berechnung		27,81	: 13,90	

Durch die eckige Klammer in der Formel $\dot{R}^3[\ddot{S}i]^2$ soll angedeutet werden, dafs ein Theil der Kieselerde auf die gedachte Weise durch Thonerde ersetzt ist [1]). Das durch die Analyse gefundene mittlere Sauerstoffverhältnifs kommt dem berechneten in der That so nahe, als man nur erwarten kann. So gut wie vollkommen erreicht es dasselbe aber, wenn man berücksichtigt, dafs die Sauerstoffgehalte der Kalkerde, Talkerde und des Eisenoxyduls hier noch nach den älteren Atomgewichten (356,02; 258,35; 439,21) anstatt nach den neueren (351,94; 251,33; 450,53) berechnet wurden. Bringt man die letzteren in Anwendung, so vermehrt sich der mittlere Sauerstoffgehalt der Basen etwa um 0,5, und das Verhältnifs verändert sich daher zu 27,81 : 13,87, was fast mathematisch genau mit dem berechneten übereinstimmt.

2) Diallag (Broncit).

Vom Diallag besitzen wir zwei Reihen ausgezeichneter Analysen, die eine von Köhler, die andere von Regnault. Köhler's sieben Analysen umfassen fünf Species verschiedener Fundstätten, nämlich 1) Diallag von der Baste, sowohl den gewöhnlichen (zwei Analysen) als den krystallisirten; 2) Diallag aus dem Salzburgischen; 3) Diallag von Prato bei Florenz; 4) Broncit vom Ultenthal in Tyrol; 5) Broncit von Marburg. Alle diese Diallage und Bron-

1) Um basisches Wasser anzudeuten, bediene ich mich stets einer *runden* Klammer ( ).

cite zeigten sich sowohl thonerdehaltig als wasserhaltig. Ihr Thonerdegehalt wechselt zwischen 0,70 und 4,39 Proc., und ihr Wassergehalt zwischen 0,22 und 3,76 Proc. Als Durchschnittsresultat sämmtlicher sieben Analysen ergiebt sich:

Kieselerde	54,01
Thonerde	2,34
Kalkerde	11,49
Talkerde	21,91
Eisenoxydul	8,96
Wasser	1,51
	100,22,

welches entspricht:

	$[\ddot{S}i]$.	$(\dot{R})$.	
gefunden	28,77 :	14,43	$(\dot{R})^3[\ddot{S}i]^2$.
berechnet	28,77 :	14,39	

Bei der Berechnung der Sauerstoffmengen wurden die neueren Atomgewichte zu Grunde gelegt.

Regnault untersuchte 1) Diallag vom Frauenstein (Salzburg); 2) Diallag von Piemont; 3) Diallag vom Ural; 4) Broncit vom Gulsen (Steyermark); 5) Broncit vom Ultenthal. Der Thonerdegehalt dieser Diallage und Broncite liegt zwischen den Gränzen 0 und 3,98, ihr Wassergehalt zwischen 1,59 und 3,32 Proc. Das mittlere analytische Resultat ist:

Kieselerde	53,23
Thonerde	2,18
Kalkerde	9,45
Talkerde	23,68
Eisenoxydul	8,28
Manganoxydul	0,66
Wasser	2,24
	99,72

und das entsprechende Sauerstoffverhältnifs:

28,32 :	14,76	$(\dot{R})^3[\ddot{S}i]^2$.
28,32 :	14,16	

Obgleich das Durchschnittsresultat dieser Analysen eine weniger vollkommene Uebereinstimmung mit der Formel zeigt, als das der vorigen, so ist doch die Abweichung keineswegs gröfser, als dafs sie auf Rechnung der gewöhnlichen analytischen Fehlerquellen geschoben werden könnte.

Ferner will ich hier noch eines Minerals erwähnen, welches in dem Euphotid von Fiumalto auf Corsica vorkommt, und von Boulanger untersucht worden ist. Es hat, nach ihm, ein ganz diallagartiges Ansehen, und besteht aus:

Kieselerde	40,8
Thonerde	12,6
Chromoxyd	2,0
Kalkerde	23,0
Talkerde	11,2
Eisenoxydul	3,2
Manganoxydul	1,4
Wasser	5,2
	99,4.

Diese Zusammensetzung führt zu folgender Sauerstoffproportion:

$$\left.\begin{matrix}25{,}5 : 13{,}5\\ 26 : 13\end{matrix}\right\} (\dot{R})^3[\ddot{S}i]^2.$$

Der Sauerstoff des Chromoxyds, als einer mit der Thonerde isomorphen Base, wurde hier auf gleiche Weise in Rechnung gebracht, wie der der Thonerde. Die Zusammensetzung dieses Minerals konnte früher auf keine Weise gedeutet, am wenigsten mit dem diallagähnlichen derselben in Harmonie gebracht werden. (S. Rammelsberg's Handwörterbuch, Th. 2, S. 117.)

3) Hypersthen (Paulit).

Muir untersuchte 1) Hypersthen von der Paulsinsel; 2) Hypersthen von der Insel Skye, und 3) Hypersthen von der Baffinsbay. Der Thonerdegehalt dieser Hypersthene wechselt zwischen 0 und 4,07 Proc.; ihr Wassergehalt war nur unbedeutend, nämlich zwischen 0 und 0,5 Proc. Die mittlere Zusammensetzung derselben ist:

Kieselerde	51,91
Thonerde	2,02
Kalkerde	2,41
Talkerde	18,64
Eisenoxydul	20,35
Manganoxydul	3,88
Wasser	0,33
	99,54

und das daraus folgende Sauerstoffverhältnifs:

$$\left.\begin{array}{l} 27{,}58 : 13{,}59 \\ 27{,}58 : 13{,}79 \end{array}\right\} \dot{R}^3[\ddot{Si}]^2.$$

Ein hypersthenartiges Mineral vom Thale Heas in den Pyrenäen hat Dufrénoy analysirt, und dasselbe Gedrit genannt. Es besteht aus:

Kieselerde	38,81
Thonerde	9,31
Kalkerde	0,67
Talkerde	4,13
Eisenoxydul	45,83
Wasser	2,30
	101,05,

welche Zusammensetzung entspricht:

$$\left.\begin{array}{l} 23{,}1 : 12{,}6 \\ 24 : 12 \end{array}\right\} (\dot{R})[\ddot{Si}]^2,$$

Der Gedrit dürfte also ein Hypersthen von ungewöhnlich grofsem Thonerde- und Eisenoxydulgehalt seyn.

B. Hornblende und verwandte Mineralien.

1) Hornblende (Grammatit, Pargasit, Uralit).

v. Bonsdorff's vorerwähnte Ansicht stützte sich besonders auf fünf Analysen verschiedener Hornblenden, welche folgende Sauerstoffproportionen gaben:

1) Lichter Grammatit v. Åker	(4,32 $\dddot{\text{Al}}$; 0,50 $\dot{\text{H}}$)	29,64 : 13,27
2) Dunkler Grammatit v. Åker	(13,94 - ; 0,44 -)	28,09 : 12,66
3) Hornblende v. Nordmark	(7,48 - ; 0,50 -)	26,89 : 12,63
4) Pargasit v. Nordmark	(11,48 - ; 0,61 -)	26,83 : 12,15
5) Hornblende v. Pargas	(12,18 - ; 0,00 -)	26,96 : 12,87
	im Mittel	27,68 : 12,71 } $\dot{\text{R}}\dddot{\text{Si}}+(\dot{\text{R}})^3[\dddot{\text{Si}}]^2$
		27,68 : 12,30 }

Diese Verhältnisse wurden nach älteren Atomgewichten berechnet; führt man die neueren ein, so wird das mittlere Verhältnifs

zufolge der Analyse 28,5 : 13,0
zufolge der Berechnung 28,5 : 12,7

und stimmt also in dieser veränderten Form noch vollkommener als in der alten.

Kudernatsch zerlegte drei verschiedene Hornblenden:

1) Uralit v. Baltym-See	(4,56 $\dddot{\text{Al}}$)	28,36 : 12,97
2) Hornbl. v. Kongsberg	(4,31 -)	28,96 : 12,21
3) Hornbl. v. la Prese	(11,88 -)	27,22 : 11,72
	im Mittel	28,18 : 12,30 } $\dot{\text{R}}\dddot{\text{Si}}+\dot{\text{R}}^3[\dddot{\text{Si}}]^2$
nach d. älteren Atomg. ber.		28,18 : 12,52 }
- - neueren - -		28,18 : 12,40 }

2) Anthophyllit.

Vopelius hat den Anthophyllit von Kongsberg, und Thomson den von Perth in Ober-Canada analysirt.

	Vopelius.	Thomson.
Kieselerde	56,74	57,60
Thonerde	—	3,20
Kalkerde	—	3,55
Talkerde	24,35	29,30
Eisenoxydul	13,94	2,10
Manganoxydul	2,38	—
Wasser	1,67	3,55
	99,08	99,30.

Die entsprechenden Sauerstoffverhältnisse sind:

Anthophyllit v. Kongsberg	29,5	: 13,8	
Anthophyllit v. Perth	30,4	: 13,9	
im Mittel	29,95	: 13,85	$\dot{R}\ddot{S}i+(\dot{R})^3[\ddot{S}i]^2$.
	30	: 13,33	

C. Einige andere Mineralien.

1) Asbest von Pitkaranda.

Dieser Asbest hat, nach der Analyse von Hefs, eine von anderen Asbesten abweichende Zusammensetzung. Er besteht aus:

Kieselerde	45,57
Thonerde	3,00
Kalkerde	4,40
Talkerde	23,40
Eisenoxydul	19,73
Wasser	2,00
	98,10.

Hieraus ergiebt sich:

24,5	: 15,5	$(\dot{R})^3\ddot{S}i+\dot{R}^3[\ddot{S}i]^2$.
24	: 16	

Man kann dieses Mineral also aus 1 At. Serpentin und 1 At. Augit zusammengesetzt betrachten.

2) Schillerspath.

Berechnet man das aus der Köhler'schen Analyse sich ergebende Sauerstoffverhältnifs mit Anwendung der neueren Atomgewichte, und führt $\ddot{Al}$ und $\ddot{Cr}$ auf gedachte Weise als elektronegative Bestandtheile ein, so ergiebt sich:

23,77	: 17,32	$2(\dot{R})^3\ddot{S}i+(\dot{R})^3[\ddot{S}i]^2$.
23,5	: 17,6	

Diefs ist die nämliche Formel, welche ich bereits früher für dieses Mineral angeführt habe.

3) Pyrosklerit und Chonikrit.

In meiner vorigen Abhandlung bemerkte ich, dafs sich die Zusammensetzung dieser beiden von v. Kobell analysirten Mineralien noch auf eine andere Art als die damals gedachte betrachten liefse. Diefs geschieht nämlich durch die Annahme, dafs die Thonerde in diesen Mineralien nicht die Rolle eines elektropositiven, sondern, wie bei den Augiten, Amphibolen u. s. w., die eines elektronegativen Körpers spiele. Die Bestandtheile beider Mineralien sind folgende:

	Pyrosklerit.	Chonikrit.
Kieselerde	37,03	35,69
Thonerde	13,50	17,12
Chromoxyd	1,43	—
Kalkerde	—	12,60
Talkerde	31,62	22,50
Eisenoxydul	3,52	1,46
Wasser	11,00	9,00
	98,10	98,37,

woraus resultirt:

Pyrosklerit 23,71 : 16,62
Chonikrit 23,87 : 15,50.

Die Sauerstoffverhältnisse beider (mit einander verwachsen vorkommenden) Mineralien nähern sich also sehr der Proportion

24 : 16,

welche zugleich das Sauerstoffverhältnifs des Asbests von Pitkaranda ausdrückt. Aus dieser Proportion können aber, mit gleicher Schärfe, zwei Formeln abgeleitet werden, nämlich:

$$(\dot{R})^2[\ddot{S}i] \text{ und } (\dot{R})^3\ddot{S}i + \dot{R}^3[\ddot{S}i]^2.$$

Aus Gründen, welche es hier zu weitläufig wäre auseinanderzusetzen, habe ich die zweite dieser Formeln für den Asbest von Pitkaranda und die erste für den Pyrosklerit und Chonikrit angenommen.

4) Xanthophyllit.

Dieses chloritartige Mineral besteht nach Meitzendorff aus:

Kieselerde	16,30
Thonerde	43,95
Kalkerde	13,26
Talkerde	19,31
Eisenoxydul	2,53
Natron	0,61
Wasser	4,33
	100,29.

Die ungewöhnlich kleine Menge der Kieselerde und die grofse Menge der Thonerde machen es wahrscheinlich, dafs die letztere theilweise die Rolle der ersteren spielt. Nimmt man diefs an, so kann das sich aus der Analyse ergebende Sauerstoffverhältnifs:

$$\dddot{Si}. \quad \dddot{Al}. \quad (\dot{R}).$$
$$8{,}47 : 20{,}53 : 13{,}45,$$

welches in dieser Gestalt zu keiner wahrscheinlichen Formel führt, umgeformt werden zu:

$$[\dddot{Si}]. \quad \dddot{Al}. \quad (\dot{R}).$$
$$13{,}30 : 13{,}30 : 13{,}45,$$

entsprechend der einfachen Formel:

$$(\dot{R})^2[\dddot{Si}]+(\dot{R})\dddot{Al},$$

welche in vollkommener Harmonie mit den der übrigen zum Chloritgeschlechte gehörigen Mineralien steht.

Obgleich es zufolge der beigebrachten Belege als ausgemacht erscheinen dürfte, dafs 2 At. $\dddot{Si}$ durch 3 At. $\dddot{Al}$ isomorph ersetzt werden können, so stellt sich uns gleichwohl, wenn wir diese Annahme weiter verfolgen, ein anscheinend nicht leicht zu beseitigender Widerspruch in den Weg. Als eine unmittelbare Folgerung aus dem ausge-

sprochenen Satze ergiebt sich nämlich, dafs die beiden Verbindungen

$$\dot{R}^3\ddot{S}i^2 \text{ und } \dot{R}\ddot{A}l(=\dot{R}^3\ddot{A}l^3)$$

isomorph seyn müssen. Nun giebt es wirklich zwei Mineralien, deren Formeln von dieser Beschaffenheit sind, nämlich der *augitische Talk* [1]) und der *Spinell.*

$$\text{Talk} = \left.\begin{matrix}(\dot{Mg})^3\\(\dot{Fe})^3\end{matrix}\right\}\dddot{S}i^2 \quad \text{Spinell} = \left.\begin{matrix}\dot{Mg}\\\dot{Fe}\end{matrix}\right\}\dddot{A}l.$$

Der Talk krystallisirt aber in *rhombischen Säulen* von etwa 120° und Spinell in *regulären Octaëdern.* Diefs sieht in der That nicht günstig aus für unsere Theorie. Anders gestaltet es sich aber bei näherer Betrachtung. Inzwischen würde es zu weit führen, bei dieser Gelegenheit näher auf den Grund dieses Factums einzugehen, was sich nicht bewerkstelligen läfst, ohne entfernt liegende Hülfssätze anzuwenden. Einstweilen möge es daher genügen, wenn ich hier vorläufig mittheile, dafs die von einander verschiedenen Krystallformen des Spinells und augitischen Talkes beweislich als *kein* Einwurf gegen die polymere Isomorphie der Kieselerde und Thonerde zu betrachten sind.

VI. *Beschreibung des Diphanits, eines neuen Minerals aus den Smaragdgruben des Urals, unweit Katherinenburg;*

von Nils Nordenskiöld.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus dem *Bullet. phys. math. de l'acad. de St. Petersb., T. V, p.* 17.)

Von Sr. Excellenz dem Hrn. Minister des Innern Perowsky wurde mir gütigst eine gröfsere Stufe aus den bekannten Smaragdgruben des Urals zur genaueren Unter-

1) Der Augit kann, wegen seines wesentlichen Gehaltes an *Kalkerde*, hier nicht in Betracht kommen.

suchung mitgetheilt, auf welcher sich, neben einem weifsen glimmerartigen Mineral, einige bläuliche, durchsichtige, prismatische Krystalle befanden, welche dem Apatit sehr ähnlich waren. Bei näherer Untersuchung ergab es sich, dafs diese beiden verschieden aussehenden Substanzen ein und dasselbe Mineral sind, welches sich durch gröfsere Härte und verschiedenes Verhalten vor dem Löthrohre sowohl vom Glimmer wie vom Apatit unterscheidet. Dieses Mineral gehört, wie ich weiter unten zeigen werde, zu der Ordnung der wasserhaltigen Doppelsilicate, und ich schlage für dasselbe den Namen *Diphanit* vor, von δι und φανὴς, auf die Eigenschaft hindeutend, dafs es in verschiedener Richtung ein ganz verschiedenes Ansehen hat.

Der Diphanit krystallisirt in regulären sechsseitigen Prismen, mit einem ausgezeichnet vollkommenen Blätterdurchgange rechtwinklig auf die Hauptaxe, und gehört mithin dem rhomboëdrischen Krystallsystem an. Andere Endflächen, als die durch den Blätterdurchgang hervorgebrachten, sind nicht zu bemerken.

Die Prismen, von der Seite angesehen, haben eine bläuliche Farbe, Glasglanz und sind durchsichtig; auf die vollkommene Spaltungsfläche aber gesehen, ist das Mineral weifs, perlmutterglänzend und undurchsichtig, wenn man nicht sehr dünne Blättchen nimmt.

Seine Härte ist 5,0 bis höchstens 5,5; auf der vollkommenen Spaltungsfläche ist sie etwas geringer. Es ist sehr spröde; Bruchflächen sind der sehr vollkommenen Spaltungsfläche wegen nicht bemerkbar.

Sein specifisches Gewicht ist 3,04 bis 3,07.

Vor dem Löthrohr verhält es sich folgendermafsen: Im Kolben nimmt es eine dunklere Farbe an, giebt einen brenzlichen Geruch und setzt Feuchtigkeit ab, die auf Curcumapapier keine Einwirkung von Fluorsäure zeigt. Für sich allein wird es opak, schwillt an, blättert sich und schmilzt in der inneren Flamme zu einem blasenfreien Email. Mit saurem schwefelsauren Kali giebt es keine rothe Flamme. Von Borax wird es leicht zu einem wasserhellen, nach der

Erkaltung etwas in's Gelbliche spielenden Glase aufgelöst. Phosphorsalz löst es leicht mit Hinterlassung eines Kieselskeletts zu einem klaren Glase auf, das unter der Abkühlung gelber erscheint, als man bei der weifsen Farbe des Minerals vermuthen sollte; mit wenig Soda giebt es ein blasiges, an der Oberfläche dunkles Glas, mit mehr Soda ein unschmelzbares, etwas von Mangan gefärbtes Email. — Hr. Oberstlieutenant von Jewreinoff hat dieses Fossil mit vieler Sorgfalt und Genauigkeit analysirt. Von drei wenig von einander abweichenden Analysen gab die vollständigste:

		Sauerstoff.		Sauerstoff.
Kieselerde	34,02			17,66 (15)
Thonerde	43,33			20,23 (18)
Kalkerde	13,11	3,66 (16)	}	
Eisenoxydul	3,02	0,68 (3)	}	4,57 (4)
Manganoxydul	1,05	0,23 (1)	}	
Wasser	5,34			4,73 (4)
	99,87.			

Hieraus ergiebt sich die Zusammensetzung dieses Minerals: $2\dot{C}a^3\,\ddot{S}i + 3\ddot{A}l^2\,\ddot{S}i + 4\dot{H}$, wo $\dot{C}a$ das zusammengesetzte Atom $\dot{M}n + 3\dot{F}e + 16\dot{C}a$ repräsentirt. Nach dieser Formel hätte die Analyse geben sollen:

Kieselerde	33,21
Thonerde	44,33
Kalkerde	13,11
Eisenoxydul	3,04
Manganoxydul	1,13
Wasser	5,18
	100.

Der Diphanit kommt in den oben genannten Gruben mit Cymophan, Smaragd und Phenakit auf einem braunen Glimmerschiefer vor.

VII. *Die Steinsalzablagerung bei Staſsfurth, und über das Vorkommen des Boracit als Gebirgsart im dortigen Steinsalzgebirge;*

von C. J. B. Karsten.

(Aus den Monatsberichten der Academie. Januar 1847.)

Die Reichhaltigkeit der Salzsoole aus dem Soolbrunnen der Saline zu Staſsfurth — sie enthält 17,16 Proc. Rohsalz — und das Gebirgsverhalten in der Umgebung der Saline lieſsen es nicht bezweifeln, daſs die Steinsalzablagerung, aus welcher der Soolbrunnen genährt wird, ganz in der Nähe desselben anzutreffen seyn werde. Der Hauptbrunnen ist 171,5 Fuſs tief; er steht 34,5 Fuſs in Alluvialschichten und im Schuttgebirge, welches die Bode aufgehäuft haben mag, denn der Brunnen liegt ganz nahe am rechten Ufer des Flusses. Die folgenden 137 Fuſs sind in milden, thonigen, rothgefärbten Sandsteinschichten des bunten Sandsteins niedergebracht. In einer Entfernung von nur 170 Fuſs von diesem Soolbrunnen ward im Jahr 1839 zur Niederbringung eines Bohrlochs geschritten, um die Steinsalzablagerung aufzusuchen. Der zu diesem Zweck abgeteufte Bohrschacht erreichte eine Tiefe von 62 Fuſs, worauf das weitere Abteufen eingestellt und zur Bohrarbeit geschritten ward, weil man feste, zum Bohren geeignete Gebirgsschichten in jener Tiefe angetroffen hatte. Die Alluvialschichten haben im Bohrschacht eine Mächtigkeit von 26 Fuſs; die folgenden 36 Fuſs stehen schon in einem roth gefärbten, glimmerreichen Thon, welcher unbezweifelt zum bunten Sandstein gehört. Die Hängebank des Bohrschachts liegt 221 Fuſs über dem Meer. In dem Bohrloch wurden die Schichten des bunten Sandsteins in einer Mächtigkeit von 520′ 2″ durchbohrt, dann folgte, 67′ 5½″ mächtiger, milder Gyps, worauf der Anhydrit angetroffen und in einer Gesammtmächtigkeit von 147′ 9½″ durchbohrt ward. Das Bohr-

och hatte jetzt eine absolute Tiefe von 797 Fufs 5 Zoll oder eine Tiefe unter dem Meeresspiegel von 576′ 5″ erreicht, und stand

26	Fufs		Zoll	in Alluvialschichten,
556	-	2	-	im bunten Sandstein,
67	-	5½	-	im Gyps,
147	-	9½	-	im Anhydrit.
797	Fufs	5	Zoll.	

Schon in einer Tiefe von 790′ und 794′ zeigten sich die ersten Spuren von Steinsalz in dem Anhydrit. Als dieser aber in der angegebenen Tiefe von 797′ 5″ durchbohrt worden war, traf man auf 28′ 10½″ mächtige Schichten, deren Beschaffenheit nur nach dem Bohrschmand und nach einzelnen von dem Bohrer abgetrennten und erst bei dem Reinigen des Bohrlochs heraufgebrachten derberen Stücken beurtheilt werden konnte. Dem Anschein nach bestanden sie aus blaugrauen Mergeln, aus weifs und röthlich gefärbtem Gyps und aus grauem Kalkstein, welche in ganz unbestimmter und rascher Folge wechselten. Aus dieser 28′ 10½″ mächtigen Schicht, deren nähere Untersuchung ungemein wünschenswerth gewesen wäre, welche aber leider nun nicht eher geschehen kann, als bis man sie in der Folge mit einem neuen Bohrloch, oder, noch besser, mit einem Schacht durchörtern wird, rührt unbezweifelt auch ein Fossil her, auf welches erst später, beim Aufräumen des schon im Steinsalz stehenden Bohrlochs, die Aufmerksamkeit gerichtet ward. Dafs jene Schichten dem Steinsalzgebirge angehören, ist nicht zweifelhaft; man würde auch wahrscheinlich das Steinsalz in dem Bohrschmand gefunden haben, wenn es nicht durch das Wasser im Bohrloch ausgelaugt worden wäre. Nachdem die Schichten in der Mächtigkeit von 28′ 10½″ durchbohrt waren, traf man das Steinsalzlager in der Bohrlochstiefe von 826′ 3½″, also 605′ 3½″ unter dem Meeresspiegel. In dem Steinsalz ist das Bohrloch bis zur Mitte des Monats December 1846 154′ 5½″ niedergebracht, und das Bohrloch hatte bis dahin die Tiefe von 980′ 9″ erreicht.

Schon bei dem Abteufen des Bohrschachtes zeigte sich eine Soole von 7,9 Proc. Rohsalzgehalt, welche nach beendigter Niederbringung des Schachtes bis 18′ unter der Hängebank aufstieg, und sich dabei ganz unabhängig von dem Soolenstande im Soolbrunnen verhielt. Als das Bohrloch in den Schichten des bunten Sandsteins eine Tiefe von 550′ erreicht hatte, war der Rohsalzgehalt bis 12,7 Proc. gestiegen; er nahm schnell bis 18,3 Proc. zu, als der weifse, milde Gyps angebohrt worden war, und erhöhete sich in den Anhydritschichten bis 21,8 Proc. Leider ist die chemische Untersuchung und die Vergleichung der Bestandtheile dieser Soole mit derjenigen der Soole in dem nahen Soolbrunnen, deren Rohsalz nur 5,507 Proc. fremde Salze und 94,493 Proc. Kochsalz enthält, versäumt worden. Diefs ist besonders deshalb zu bedauern, weil der Rohsalzgehalt der Bohrlochsoole, sogar in den festen und geschlossenen Anhydritschichten, in der Bohrlochstiefe von 776′ 9″ fast plötzlich bis 27,401 Proc., also bis zur Sättigung zunahm. Die Freude über die erbohrte reiche Soole, deren specifisches Gewicht, folglich auch deren Rohsalzgehalt, noch zunahm, als man das Steinsalz erbohrt hatte, ward jedoch durch die bei der Untersuchung derselben gefundenen Resultate getrübt, indem sich unter den 31,1 Proc. Rohsalz, welche sie enthielt, nur 15,815 Kochsalz befanden, also die gröfsere Hälfte aus anderen Salzen bestand, unter denen das Chlormagnium mit 12,99 Proc. vorwaltete. Die Soole enthielt also weniger Kochsalz als die aus dem nahen Soolbrunnen von nur 1,13 specifischem Gewicht. Die nicht erwartete und für die Benutzung der Soole sehr ungünstige Beschaffenheit derselben führte zur Untersuchung des eben erst erbohrten Steinsalzes, wobei sich ergab, dafs dasselbe aus Kochsalz und Bittersalz bestehe, und dafs die Verhältnisse beider Salze zu einander sehr veränderlich waren, weil sie ohne Zweifel durch die Bohrlochssoole selbst verändert und theilweise aufgelöst wurden, ehe sie mit dem Bohrlöffel zu Tage gebracht werden konnten. Nur einmal gelang es, einige Stücken Steinsalz in einem anscheinend

unveränderten Zustande zu erhalten. Die Analyse ergab die eigenthümliche Zusammensetzung des Salzes zu 10 Mischungsgewichten Kochsalz und 1 Mischungsgewicht wasserfreiem Bittersalz, so dafs der *Martinsit* aus 90,73 Kochsalz und 9,27 Bittersalz besteht. Gefunden wurden, nach drei übereinstimmenden Analysen, 90,98 Kochsalz und 9,02 Bittersalz, ohne Rücksicht auf den 0,3 Proc. betragenden, im Wasser unauflöslichen Rückstand, welcher als Gyps angesehen ward, bis eine spätere Veranlassung eine genauere Prüfung nothwendig machte, aus welcher sich ergab, dafs der unauflösliche Rückstand nur zum geringsten Theil aus Gyps und gröfstentheils aus Boracit bestehe. Der Martinsit giebt beim Reiben einen bituminösen Geruch, und löst sich mit sehr schwachem Knistern, ähnlich dem Knistersalz von Wieliczka, im Wasser auf.

In der Hoffnung, dafs sich die Beschaffenheit des Steinsalzes, also auch die der Soole ändern werde, ward die Bohrarbeit fortgesetzt; obgleich aber das Bohrloch in der Mitte des December 1846 schon 154′ 5½″ im Steinsalz stand, so ist die erwartete Aenderung bis jetzt nicht allein noch nicht erfolgt, sondern das Steinsalz ist sogar ungleich unreiner geworden, als in den oberen Teufen, sowohl hinsichtlich des Gehaltes an Bittersalz, als vorzüglich hinsichtlich der im Wasser unauflöslichen erdigen Beimengungen, welche im Martinsit nur die Höhe von 0,3 Proc. erreichten. Die Einwirkung der Soole im Bohrloch auf das Salz, wodurch dasselbe so mürbe wird, dafs es sich zwischen den Fingern zerdrücken läfst, macht es unmöglich, die Zusammensetzung mit Zuverlässigkeit zu ermitteln, um zu erfahren, ob das Salz die Zusammensetzung des Martinsit behalten habe, oder ob ein anderes Verhältnifs beider Salze zu einander, durch den vergröfserten Bittersalzgehalt im Steinsalz, eingetreten sey, sich also etwa ein Gemenge von Martinsit mit Bittersalz gebildet haben möge. Nur so viel hat sich ermitteln lassen, dafs der im Wasser unauflösliche Rückstand des bitteren Salzes aus den gröfseren Bohrlochstiefen so beträchtlich zugenommen hat, dafs er bei dem Stein-

Steinsalz aus 939 Fufs Tiefe 4,37 Proc. betrug. Aus der Tiefe von 959 Fufs fanden sich nur noch 3,85 Proc. erdige Beimengungen bei dem Steinsalz, und es hatte den Anschein, als ob dasselbe in gröfseren Tiefen wieder reiner werde angetroffen werden. Dieser Rückstand besteht aus Gyps, aus Kieselthon (Salzthon, jedoch ohne Spuren von Dolomit) und aus etwas Eisenoxydhydrat. Durch diese Beimengung von Kieselthon und oxydirtem Eisen erhält das Steinsalz das Ansehen eines salzhaltigen Mergelgebirges, welches sich durch die Einwirkung der unreinen Bohrlochssoole in einem fast aufgeweichten Zustande befindet. Ein Boracitgehalt ist in dem unauflöslichen Rückstand von diesem Salz nicht mehr aufzufinden. — Ferner hat sich ergeben, dafs der Gehalt der Bohrlochssoole an Bittersalz und an Chlormagnium sehr bedeutend zugenommen hat. Die Bildung des letzteren in der Bohrlochssoole ist sehr problematisch; ohne Zweifel wird sie durch hinzutretendes Chlorcalcium veranlafst, worauf die Menge von frisch entstandenen Gypsflimmern hindeutet, welche ununterbrochen mit der Soole aus dem Bohrloch hervorkommen. Das zur Zersetzung des Bittersalzes erforderliche chemische Aequivalent an Chlorcalcium mufs also in der gröfseren Tiefe der Steinsalzablagerung nicht mehr in demselben Verhältnifs, in welchem der Gehalt an Bittersalz zugenommen hat, hinzutreten können. Die Bohrlochssoole aus der Tiefe von 963 Fufs geschöpft, enthielt 33,28 Proc. Rohsalz, in welchem aber nur 7,15 Proc. Kochsalz enthalten sind. Die wesentlichen Gemengtheile des Rohsalzes sind Bittersalz und Chlormagnium. Die Soole war mit Gyps und Kieselthon sehr stark verunreinigt, und klärte sich erst nach mehrtägiger Ruhe. Der Gehalt des beim Abdampfen der Soole erhaltenen Rohsalzes an Eisenoxydhydrat ist in der Soole nicht als Eisenoxydul an Kohlensäure gebunden vorhanden, sondern als ein salzsaures Eisenoxydul, indem sich durch langes Stehen der geklärten Soole an der Luft basisches salzsaures Eisenoxyd aus derselben absetzte. — Unerklärbar bleibt die grofse Verschiedenartigkeit der Bohrlochs-

soole von der Soole aus dem nur 170 Fufs davon entfernten Soolschacht, eine Verschiedenartigkeit, welche die Hoffnung rechtfertigt, dafs man bei tieferem Niedergehen mit dem Bohrloch endlich das reine Steinsalz antreffen werde.

Die Niederbringung des Bohrlochs in der Steinsalzablagerung hat jedoch nicht ohne Unterbrechung bewerkstelligt werden können. Es zeigte sich nämlich eine so grofse Menge von nachfallendem Gebirge aus den Gebirgsschichten, dafs das Bohrloch in Gefahr kam, verschüttet oder verschlämmt zu werden. Deshalb ward es nöthig, zu einer gründlichen Aufsäuberung zu schreiten und die Verröhrung mit Eisenblech vorzunehmen, welche bei der Niederbringung des Bohrlochs vom Tage nieder nur bis zu der Tiefe stattgefunden hatte, wo der Anhydrit angebohrt worden war. Bei dieser Arbeit ergab sich, dafs der Nachfall von den Gebirgsschichten herrühren müsse, die unter dem festen Anhydrit in einer Mächtigkeit von 28′ 10½″ durchbohrt worden waren, und welche oben als zum Steinsalzgebirge gehörend bezeichnet worden sind. Bei dieser Aufsäuberarbeit, welche, wegen des ununterbrochen fortdauernden Nachfallens der zum Steinsalzgebirge gehörenden Bildungen, nicht ohne grofse Sorgfalt und Zeitaufwand vollbracht werden konnte, bemerkte man unter dem Nachfall ein derbes Fossil, welches sich durch seine schöne reine weifse — fast schneeweifse — Farbe auszeichnete. Ob es früher, beim Durchbohren der zum Salzgebirge gehörenden Schichten schon in dem Bohrmehl — wie wahrscheinlich — vorgekommen ist, hat sich nicht mehr ermitteln lassen. Diefs Fossil ward in gröfseren und kleineren Stücken zu Tage gebracht. Es veränderte seine schneeweifse Farbe sehr bald in eine schmutzigweifse, oder vielmehr in eine lichte gelblichweifse Farbe. Das spec. Gewicht ergab sich zu 2,9134 (bei 12° C.), Härte zwischen 4 und 5. Das äufsere Ansehen des Fossils stimmt fast mit dem des weifsen Kalksteins überein. Qualitative Untersuchungen ergaben, dafs es Boraxsäure, Bittererde, kein Wasser und etwas kohlensaures Eisenoxydul nebst einer nicht bestimm-

baren Menge von Eisenoxydhydrat enthalte. Bei der quantitativen Analyse, welche zur Bestimmung der Menge der Boraxsäure nicht anders als durch Verflüchtigung derselben mittelst concentrirter Flufssäure und Schwefelsäure ausgeführt werden konnte, ward folgende Zusammensetzung des Fossils ermittelt:

29,48 Bittererde,
69,49 Boraxsäure,
1,03 Kohlensaures Eisenoxydul, mit Spuren von kohlensaurem Manganoxydul und von Eisenoxydhydrat.

100.

Das Fossil hat also genau die Zusammensetzung des Boracit, der bis jetzt nur krystallisirt im Gyps bei Lüneburg und zu Segeberg in Holstein gefunden worden ist. Dieser derbe Boracit löst sich in verdünnter Salz- und Salpetersäure, auch in verdünnter Schwefelsäure leicht auf; die Auflösung in concentrirter Flufssäure erfolgt ebenfalls ohne Anwendung äufserer Wärme. Mit kohlensaurem Natron geschmolzen, bleibt beim Auflösen des geschmolzenen Gemenges in Wasser noch ein Theil der Boraxsäure an der Bittererde gebunden zurück. Der Rückhalt ist um so gröfser, je geringer das Verhältnifs des kohlensauren Natrons zum Boracit genommen wird. Ob den basischen Salzen eine bestimmte Zusammensetzung zukommt, ist nicht untersucht worden.

Der derbe Boracit hat häufig ein zerfressenes Ansehen auf der Oberfläche. Die Bruchfläche ist dicht und eben, zuweilen sogar von erdigem Ansehen, letzteres jedoch nur auf der nicht frisch geschlagenen Bruchfläche, wenn dieselbe längere Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt gewesen ist. Unter den zu Tage geförderten Stücken befinden sich einige, deren Oberflächen mit kleinen Steinsalzwürfeln bekleidet sind. Ein ganz besonders merkwürdiges Verhalten ward bei einem Stück dieses derben Boracits bemerkt, indem sich beim Aufschlagen desselben ein breitgedrückter Abdruck von einer grofsen trichterförmig-treppen-

artigen Kochsalzkrystallgruppe zeigte, deren Wände zum Theil noch mit den Steinsalzwürfelchen besetzt waren, zum Theil aber durch später erfolgtes Wiederauflösen der Salzwürfel in Wasser nur noch die Räume und Eindrücke zeigten, welche früher von den Salzkrystallen erfüllt gewesen seyn mufsten.

Die beträchtliche Menge von derbem Boracit, welche aus dem geringen räumlichen Inhalt des nur 4 Zoll weiten Bohrlochs zu Tage gebracht worden ist, berechtigt zu der Voraussetzung, dafs der Boracit, wenigstens in der Stafsfurther Salzablagerung, wesentlich an der Zusammensetzung des Steinsalzgebirges Theil nimmt. Die mechanische Beimengung von Boracit in dem Martinsit wird daraus erklärbar. Ist schon das Vorkommen des Boracit als Gebirgsart, in gewifs nicht beschränkter Ausdehnung, an sich schon eine interessante Thatsache, so gewinnt dasselbe noch dadurch an Interesse, dafs die enge Verbindung der Boraxsäure-Exhalationen in Italien und aus den Boraxseen in Tibet dadurch eine sehr schöne Erläuterung erhält. Es ist zu erwarten, dafs man den derben Boracit auch auf anderen Steinsalzlagerstätten auffinden wird, indem er, bei seiner äufseren Aehnlichkeit mit Kalkstein, leicht verkannt oder übersehen worden seyn mag. Die das Vorkommen des Boracits in der Steinsalzablagerung zu Stafsfurth begleitenden Erscheinungen geben übrigens Zeugnifs von einem grofsen Umbildungsprocefs, der nach der bereits erfolgten Bildung des Steinsalzgebirges dort stattgefunden haben mufs.

VIII. *Pseudomorphe Bildungen;*
von Professor Sillem in Braunschweig.

Federerz (Plumosit, Hd.), pseudomorph nach Plagionit.

Am Wolfsberge bei Neudorf im Anhaltischen, dem Fundorte der Plagionite, kommen Krystalle und derbe Massen vor, welche, mit Beibehaltung der früheren Form des Plagionits, völlig aus kleinen haarförmigen Krystallen des Federerzes zusammengesetzt erscheinen. Auf den Krystallflächen liegen die haarförmigen Krystalle neben einander, vom Scheiteleck abwärts, oder sternförmig auseinanderlaufend aus dem Mittelpunkte der Krystallflächen. In den derben Massen folgen sie keiner bestimmten Richtung, und sind mehr durcheinandergewachsen. Ungeachtet der ziemlich dunkel bleigrauen Farbe, ist die Masse metallisch starkglänzend.

Es besteht der Plagionit aus $4\dot{P}b + 3\dddot{S}b$; das Federerz dagegen aus $2\dot{P}b + \dddot{S}b$. Es würde, um die erste Formel in die zweite zu verwandeln, 1 Atom $\dddot{S}b$ abgezogen werden müssen, und dieses scheint auch bei diesen Umwandlungspseudomorphosen verloren gegangen zu seyn.

Durch H. Rose's Untersuchungen ist bekannt, dafs Arragonit und Kalkspath durch Hitze in einander umgewandelt werden, und ihre Structur völlig verändern. Ist nicht vielleicht eine ähnliche Umwandlung durch Hitze mit den Plagioniten vorgegangen, wobei ein Theil des leichtflüchtigen Antimons, und drei Theile des noch flüchtigeren Schwefels verloren gingen, und der Rest in den Zustand kam, die haarförmigen Krystalle zu bilden, aus welchen die Masse jetzt zusammengesetzt ist?

Antimonblüthe, pseudomorph nach Antimonit.

Auf einer kleinen Druse spiefsiger Krystalle des Antimonits von Braunsdorf, in Sachsen, liegen ganz ähnliche

Krystalle, fast mit noch deutlicheren Krystallflächen, welche in Antimonblüthe umgewandelt sind. Der Schwefel ging verloren und wurde durch Sauerstoff ersetzt. Wie diese Umwandlung stattgefunden, ist schwer zu erklären. Wäre Hitze im Spiel gewesen, so würde die ganze Masse des Antimonits den Schwefel eingebüfst haben. Unläugbar mufs hier eine örtliche, auf einen sehr kleinen Raum beschränkte Kraft gewirkt haben.

Kupfergrün, pseudomorph nach Libethenit.

Ausgezeichnete Libethenitkrystalle liegen in grofser Menge auf Quarz. An mehreren Stellen hat sich Kupfergrün in traubigen Gestalten aufgelagert, und ein Theil der Libethenitkrystalle ist völlig in Kupfergrün umgewandelt. Fundort Libethen in Ungarn.

Pharmakolith, pseudomorph nach Realgar.

Zu Joachimsthal in Böhmen kommt der Pharmakolith pseudomorph in den Formen des Realgar vor; zum Theil in deutlichen, zuweilen hohlen Krystallen, zum Theil in säulenförmig verwachsenen unvollkommenen Krystallen, wie selbige sich häufig beim Realgar finden.

Pinit, pseudomorph nach Augit.

Unter mehreren Krystallen von Manzal in der Auvergne, welche die gewöhnliche Form haben und pseudomorph sind nach Cordierit, findet sich ein an beiden Enden völlig ausgebildeter Krystall, der unläugbar vom Augite herrührt, und die gewöhnliche Krystallform desselben zeigt:

$$-\frac{A2}{2} A\infty . \bar{D}\infty.$$

Speckstein, pseudomorph nach Pleonast.

Am Monzoniberge in Tyrol kommen in Speckstein umgewandelte Krystalle des Pleonasts vor, von ungewöhnlicher Gröfse, ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll. Es sind Octaëder mit abgestumpften Kanten (Granatoëder). Die Oberfläche der

Krystalle ist rauh und gekörnt. Auch die an demselben Stücke befindlichen Diopsidkrystalle sind mit Speckstein überzogen. Die Farbe ist gelblichweifs.

Skapolith und Granat, pseudomorph nach Idocras.

Zu Eg bei Christianssand in Norwegen finden sich Pseudomorphosen nach ziemlich grofsen Idocraskrystallen, welche aus einem Gemenge von Skapolith und Granat bestehen, ersterer aber vorherrschend. Die Krystalle sind rauh und drusig, und mit Höhlungen versehen. An einzelnen Stellen zeigen sich auf den pseudomorphen Krystallen kleine Skapolithkrystalle, und an den aus Granat bestehenden Parthien scheinen einzelne Krystallflächen dieser Art hervorzutreten. An demselben Stücke finden sich Granatkrystalle, auf denen die pseudomorphen Krystalle zum Theil aufliegen.

Amphibol, pseudomorph nach Augit.

Auf einer Druse von braunem Granat liegen Augitkrystalle, welche in Amphibol umgewandelt sind. Sie besitzen vollkommen die Theilbarkeit des Amphibol und den dieser Art eigenthümlichen Glanz. Sie sind der Axe parallel zart gestreift, und die Endflächen nicht glatt und glänzend. Die Farbe ist grün; auf den Theilungsflächen grünlichgrau mit Perlmutterglanz. Sie gleichen im Aeufsern manchen Varietäten des sogenannten Strahlsteins. Das Stück ist, ohne nähere Angabe des Fundortes, aus dem sächsischen Erzgebirge.

Rothkupfererz, pseudomorph nach Kupferkies.

Diese pseudomorphen Bildungen scheinen nicht selten zu seyn, da selbige von verschiedenen Orten vorliegen, von Schlackenwalde in Böhmen, von Lichtenberg in Baiern und vom Cap Lizard in Cornwallis. Die Krystalle vom Cap Lizard sind zum Theil so rein ausgebildet, so glänzend, so glattflächig, und den Krystallen der Art so ähnlich, dafs man geneigt seyn möchte, selbige, bei oberflächlicher Be-

trachtung, für hemiëdrische Krystalle des Rothkupfererzes anzusprechen.

Wären diese pseudomorphen Bildungen durch Umwandlung entstanden, indem Schwefel und Eisen entwichen, und Sauerstoff zutrat, so würde sich ihre Vollkommenheit eher erklären lassen. Durch Hitze würde sich wohl der Schwefel, aber nicht leicht das Eisen verflüchtigen. Eine heifse saure Auflösung, in welcher die Säure eine nahe Verwandtschaft zum Eisen gehabt, und welche den Sauerstoff zur Oxydation des Kupfers geliefert, würde vielleicht einen solchen Procefs möglich gemacht haben. Dagegen spricht aber, dafs auf dem Stücke von Lichtenberg, nur einzelne Krystalle verändert, in Kupferbraun umgewandelt sind, derbe Massen von Kupferkies aber zwischen derben Kupferbraun liegen. Auf dem Stücke von Schlackenwalde liegen Hemipyramiden der Grundgestalt mit abgestumpften Ecken, wie selbige beim Kupferkiese nicht selten vorkommen, mit schön krystallisirtem Flufsspathe und Apatit, und hie und da einzelne Parthien derber Kupferkies. Auf der andern Seite liegen auf dem Flufsspathe ausgezeichnet kugliger Spatheisenstein mit concentrisch schaligen Absonderungen.

Von den beiden Stücken vom Cap Lizard zeigt das eine glänzende, glatte, cochenillrothe Hemipyramiden der Grundgestalt, auch einige Krystalle, welche beide Hälften in ziemlich gleichen Dimensionen zeigen. Die Krystalle liegen auf Kupferpecherz und Quarz. Das zweite Stück besteht aus zusammengehäuften Krystallen von bleigrauer Farbe, die Oberfläche drusig, auf Quarz aufliegend. Spitzere Hemipyramiden $2P'$ lassen sich deutlich erkennen.

Brauneisenstein, pseudomorph nach Beryll.

Zu Zwiesel in Baiern kommt der Beryll in Quarz eingewachsen vor. Auf dem vorliegenden Stücke finden sich Berillkrystalle in sechsseitigen Säulen. An einer solchen Säule ist die Berillmasse durch Brauneisenstein ersetzt, und der Kern, der ungefähr ein Drittel der Masse beträgt, scheint Quarz durch Eisenoxyd gefärbt zu seyn, und besteht aus

körnigen Zusammensetzungsstücken von 4 Zoll Länge und 5 Linien Dicke.

Markasit, pseudomorph nach Kalkspath.

Zu Freiberg in Sachsen kommt Markasit pseudomorph in den Krystallen des Kalkspaths vor. Auf einer Druse krystallisirten Markasits liegt eine solche Pseudomorphose; $\frac{1}{2}R.Roo$. Die Flächen Roo sind sehr klein. Die sämmtlichen Flächen sind gekörnt. Die oberen Rhomboëderflächen, so wie die Flächen Roo sind matt und angelaufen, die unteren Flächen glänzend, und einzelne Flächen von Markasitkrystallen darauf erkennbar.

Auf einer zweiten Druse liegt Markasit in regelmäfsigen sechsseitigen Tafeln, die sämmtlichen Flächen gekörnt und metallisch glänzend. Sie sind von krystallisirtem Arsenikkies, krystallisirtem Quarz und derber Blende begleitet. Auch diese sind wahrscheinlich pseudomorphose Bildungen nach Kalkspath.

Buntkupfererz, pseudomorph nach Kupferglanz.

Das Buntkupfererz kommt zu Nadruth in Cornwallis in Pseudomorphosen nach Kupferglanz vor. Es erscheint in den säulenförmigen Krystallen desselben, und sind durch die rauhe drusige Oberfläche und ein körnig zusammengesetztes Ansehen als solche leicht zu erkennen.

Bleiglanz, pseudomorph nach Kalkspath, Weifsbleierz und Bournonit.

Die Pseudomorphosen des Bleiglanzes nach Grünbleierz sind hinlänglich bekannt. Aber auch nach anderen Mineralien kommt der Bleiglanz pseudomorph vor.

Auf einer Druse von Przibram in Böhmen liegt auf krystallisirtem Quarz und Schwerspath pseudomorpher Bleiglanz nach Formen des Kalkspaths $\frac{1}{2}R.Roo$. Die Krystalle sind knospenförmig zusammengehäuft.

An demselben Orte findet sich der Bleiglanz pseudomorph nach Weifsbleierz. Die Krystalle sind glänzend

und zeigen die Streifung der ursprünglichen Krystalle. Theilbarkeit ist deutlich vorhanden, aber nicht parallel den Flächen des Hexaëders, sondern die Theilungsrichtungen liegen parallel den Theilungsflächen des Weifsbleierzes, so dafs ein von vollkommen glatten Flächen umgebener Krystall in der Form des Weifsbleierzes sich herausspalten läfst. Sollten Schwefeldämpfe diese Umwandlung bewirkt haben, und das Weifsbleierz mit metallischem Glanze in der Metamorphose begriffen seyn?

Zu Ragnick in Ungarn kommt der Bleiglanz pseudomorph nach Bournonit vor. Viele Krystalle liegen auf einer Druse von krystallisirtem Kupferkies, Blende und Quarz. Die der Axe parallelen Flächen sind gekörnt, die Endflächen nicht rein ausgebildet, oft die Krystalle von oben herein löchrich und hohl.

Grünerde, pseudomorph nach Hornblende.

In der Gegend von Verona, namentlich am Monte Baldo, kommen grofse Massen Grünerde vor, welche dort einen Handelsgegenstand bilden. Unter derben Stücken findet sich eins, an welchem die Abstammung von einem grofsen Krystall der Hornblende deutlich zu erkennen ist durch drei noch vorhandene Säulenflächen. Sollte vielleicht die Grünerde, wenigstens zum Theil, ihre Entstehung Hornblende und Augitgesteinen, etwa dem Hornblendeschiefer, verdanken? Das angeführte Stück ist von Verona, ohne nähere Angabe des Fundorts.

Kalk, pseudomorph nach Feldspath.

In einer röthlichen specksteinartigen Masse, welche wahrscheinlich auch pseudomorph ist, liegen viele gelblichgraue deutliche Krystalle nach Formen des Feldspaths, welche durch Kalkmasse ersetzt sind. Alle diese Krystalle und solche Stellen, wo Feldspath in kleinen Parthien gelegen zu haben scheint, brausen mit Säuren. Das Stück ist von Mannbach in Thüringen.

Quarz, pseudomorph nach ?

Im Michlenthal, bei Elbingerode, kommen Pseudomorphosen im Quarz vor, welche ursprünglich augitischen (hemiprismatischen) Krystallen anzugehören scheinen. Sie liegen in Zoll grofsen und selbst gröfseren Säulen, und Fig. 4, Taf. III, giebt einen Begriff ihrer Form. An einem derselben findet sich noch die Fläche *o*. Es liegen auf dem Stücke sehr viele, zum Theil aber verbrochene säulenförmige Krystalle, und nur an zweien sind die Endflächen erkennbar. Die Krystalle sind ziemlich scharf und von der Farbe des Prasem.

Quarz, pseudomorph nach Quarz.

An einem derben Stücke Quarz, faserig körnig zusammengesetzt, so dafs die unvollkommen körnige Zusammensetzung deutlich gleichlaufende Fasern bildet, liegen an einem Ende vier Krystallflächen, von denen zwei der Pyramide *Q*, die beiden andern der Säule *Qoo* des Quarzes angehören, und zusammen eine Länge von drei Zoll haben. Die Fasern liegen nicht parallel, sondern senkrecht auf der Axe des Krystalls. Auch an anderen Stellen der derben Masse finden sich noch einzelne Flächen. Alle sind matt und gekörnt, und zeigen keine Ueberreste der beim Quarz so häufigen Streifung. Es scheint mir keinem Zweifel unterworfen, dafs diese derbe Masse sich in Abdrücken zerstörter grofser Quarzkrystalle gebildet hat.

IX. *Ueber die Säure im Columbit von Nordamerika; von Heinrich Rose.*

Der Columbit von Nordamerika, der dieselbe Krystallform wie der von Bodenmais in Baiern hat, zeichnet sich im Allgemeinen durch ein niedrigeres specifisches Gewicht von letzterem aus. Aber eben so, wie die verschiedenen Krystalle des Bodenmaiser Columbits unter sich eine grofse Verschiedenheit im spec. Gewicht zeigen, so findet eine ähnliche Verschiedenheit auch bei dem amerikanischen Minerale statt. Die leichtesten Krystalle des Bodenmaiser Columbits haben dasselbe specifische Gewicht (5,704) wie die schwersten Krystalle des nordamerikanischen (5,708) [1]).

Ich habe früher nur zwei Analysen von nordamerikanischen Columbiten angeführt. Von einem derselben war es überhaupt zweifelhaft, ob er aus Amerika stamme. — Ich theile jetzt noch die Resultate einer neuen Analyse des amerikanischen Columbits mit, welche Hr. Grewink in meinem Laboratorium angestellt hat:

Säure	80,06
Eisenoxydul	12,59
Manganoxydul	5,97
Zinnoxyd	0,96
Kupferoxyd mit Bleioxyd	0,44
	100,02.

Das spec. Gewicht war in Stücken 5,323, in Pulverform 5,3202.

Durch die Zusammensetzung, so wie auch durch das spec. Gewicht nähert sich dieser Columbit dem, welchen Hr. Schlieper untersucht hat.

Ich habe früher gezeigt, dafs das verschiedene spec. Gewicht der Krystalle des baierschen Columbits von dem verschiedenen Verhältnifs der Niobsäure und der Pelopsäure

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 63, S. 334.

herrühre, welche sich in den verschiedenen Krystallen finden. Das spec. Gewicht dieser beiden Säuren ist sehr verschieden von einander, aber ungleich je nach den Temperaturen, denen sie vor der Wägung ausgesetzt worden waren. Ich werde von diesem merkwürdigen Umstande in einer späteren Abhandlung ausführlich berichten.

Es war mir früher wegen Mangel an Material nicht möglich, gründliche Untersuchungen über die Säuren anzustellen, welche im nordamerikanischen Columbit enthalten sind. Ich erkannte zwar schon früh bei der Entdeckung der Niobsäure, dafs diese den Hauptbestandtheil in der Säure des amerikanischen Columbits ausmache; ob dieselbe indessen mit Pelop- oder mit Tantalsäure verunreinigt sey, konnte ich nicht entscheiden.

Ich wandte mich deshalb an Hrn. Silliman in New-Haven, und derselbe verschaffte mir mit der gröfsten Bereitwilligkeit eine sehr bedeutende Menge des Minerals (ein halbes Pfund), was um so mehr anzuerkennen ist, als in neueren Zeiten der Columbit in Massachusetts ganz aufserordentlich selten geworden ist.

Eine bedeutende Menge dieses Columbits wurde zur Darstellung der Säure angewandt. Diese auf dieselbe Weise behandelt, wie die aus dem baierschen Columbite, zeigte sich vorzugsweise aus Niobsäure bestehend, mit Pelopsäure verbunden. Aber die Menge der letzteren war bei weitem geringer, als die in dem Bodenmaiser Minerale, so dafs ich glaube, es wäre mir nicht möglich gewesen, die Eigenschaften der Pelopsäure so vollständig zu untersuchen, als es nöthig ist, um dieselbe als eine von der Tantalsäure wesentlich verschiedene Säure zu erkennen, wenn ich nur das amerikanische Mineral, und nicht auch das baiersche zu meiner Verfügung gehabt hätte.

Beide Säuren aber waren in allen ihren Eigenschaften so vollkommen gleich den beiden aus dem Bodenmaiser Columbite dargestellten, dafs ich in keiner Hinsicht, auch nicht hinsichtlich des spec. Gewichts, Unterschiede gefunden habe.

Da das spec. Gewicht der Pelopsäure bedeutend höher als das der Niobsäure ist, wenn beide auf gleiche Weise erhitzt worden sind, so erklärt sich dadurch das höhere spec. Gewicht des baierschen Columbits genügend.

Uebrigens habe ich auch in den Säuren aus dem amerikanischen Columbit sehr kleine Mengen von Wolframsäure gefunden, wie in den aus dem Bodenmaiser Fossile.

X. *Ueber das Schillern der Krystallflächen; von W. Haidinger.*

(Aus den Berichten von den Versammlungen der Freunde der Naturwissenschaften in Wien. Jan. 1847.)

Durch den hier vorgeschlagenen Ausdruck wird das in bestimmten Richtungen orientirte Erscheinen durch Zurückstrahlung von der Oberfläche von nichtmetallischen und metallischen Farben, im gewöhnlichen oder im polarisirten Lichte ausgedrückt.

Hr. H. hatte bereits in einer früheren Versammlung, am 4. Mai des vorigen Jahres, die höchst merkwürdige und wunderschöne Farbenvertheilung am Magnesium-Platin-Cyanür erläutert [1]). Während er seitdem mehre Krystalle, die ähnliche Verhältnisse zeigen, einzeln untersuchte, verschob er die Zusammenstellung zu dem Zwecke der Entwicklung allgemeiner Gesetze auf eine spätere Zeit. Seitdem hat der grofse schottische Physiker Sir David Brewster, an dessen Namen sich so viele der wichtigsten Entdeckungen in dem gegenwärtigen Zustande unserer optischen Kenntnisse anknüpfen, auch der hier berührten Eigenschaft seine Aufmerksamkeit zugewandt, und die schönen Farbenerscheinungen des *chrysamminsauren Kalis* bei der vorjährigen Versammlung der englischen Naturforscher in Southampton beschrieben. Das 12. Heft von Poggendorff's Annalen, 1846, enthält die näheren Angaben. Wenn

1) Annalen, Bd. 68, S. 302.

aber auch die Erscheinungen dort beschrieben werden, so vermifst man doch die Orientirung der Farben zu der Krystallgestalt, und diese ist es, welche der ganzen Erscheinung noch ein viel gröfseres Interesse verleiht. Hr. Haidinger bemerkte, dafs die Krystalle, welche er zu untersuchen Gelegenheit hatte, auch noch sehr Vieles im Dunkeln lassen, was durch künftige Untersuchungen aufgeklärt werden mufs, dafs es aber doch schon einigermafsen gelungen ist, die einzelnen Erscheinungen auf allgemeinere Gesetzmodificationen zurückzuführen.

Das *Magnesium-Platin-Cyanür*, das Hr. Haidinger Hrn. Prof. Redtenbacher verdankte, in dessen Laboratorium es von Hrn. Dr. Quadrat dargestellt worden ist, wurde bereits früher ausführlicher beschrieben, und es mag hier nur auf die karminrothe Farbe der vierseitigen Prismen, den lasurblauen Glanz der Endfläche und den metallgrünen der der Axe parallelen Seitenfläche verwiesen werden, die sich durch die Anwendung der dichroskopischen Lupe sehr schön beobachten lassen. Das Lasurblaue ist auf allen Krystallflächen unter allen Azimuten vorhanden, aber stets senkrecht auf die Einfallsebenen polarisirt. Der grasgrüne Goldschiller, ähnlich den Flügeldecken gewisser Käfer, ist senkrecht auf die Axe polarisirt. In einer Querstellung erscheint im oberen Felde der dichroskopischen Lupe das metallische Grün, im unteren Blau; in der Längsstellung geht sowohl das Grün als das Blau in das untere Bild. Hr. Dr. Springer bestimmte durch Messung den Winkel an der Basis der Grundpyramide dieser Krystalle zu 79° 12′.

Eine andere, gleichfalls von Hrn. Dr. Quadrat dargestellte Verbindung, das *Baryum-Platin-Cyanür*, ist gelb. Es krystallisirt in schwefelgelben Prismen von 100° nach Hrn. von Hauer's Messung, und den beiden Diagonalen. Es zeigt einen schönen lasurblauen Lichtschein auf sämmtlichen Prismen- und Diagonalflächen, aber nicht auf der Endfläche. Der Lichtschein ist stets in einer Ebene senkrecht auf die Axe polarisirt.

Das schon von L. Gmelin dargestellte *Kalium-Platin-Cyanür* zeigt auf blofsen gelblichen Krystallen einen bläulichen Lichtschein auf der Endfläche der nadelförmigen vierseitigen Prismen, der in allen Azimuten senkrecht auf die Einfallsebenen polarisirt ist. Auf den Seitenflächen ist der Lichtschein senkrecht auf die Axe polarisirt.

Das *Murexid*, von den HH. Prof. Redtenbacher und Ragski mitgetheilt, ist schwach durchscheinend, sehr dunkelroth, mit einem pistacien-goldgrünen Metallschiller der Oberfläche. Er zerlegt sich auf den breiten Flächen der Quere nach gehalten in ein ordinäres Goldgelb und extraordinäres Smaragdgrün; der Länge nach gehalten, eben so in Messinggelb und Goldgelb in das Tombackbraune geneigt.

Das *grüne Hydrochinon* Wöhler's, von ihm selbst mitgetheilt, ist noch viel dunkler roth, mit einer metallisch goldgrünglänzenden Oberfläche. Diese ist senkrecht auf die feinen wellenförmigen Krystalle orientirt.

Das *oxalsaure Platin*, von Hrn. Dr. Schneider mitgetheilt, hat einen kupferrothen Schiller in der Richtung senkrecht auf die Axe.

Krystallisirter Indigo ist nach allen Richtungen gleich, im oberen Bilde glänzend, im unteren matt, kupferroth.

Aus der Vergleichung der Cyanüre entwickelte Hr. Bergrath Haidinger drei verschiedene Arten oder Gesetze des Vorkommens vom Oberflächenschiller, nämlich:

1) Auf der Basis der Prismen in jedem Azimut. Auf den Seitenflächen in die Ebene senkrecht auf der Axe. Kalium-Platin-Cyanür.

2) Kein Schillern auf der Basis. Auf den Seitenflächen in der Ebene senkrecht auf der Axe. Baryum-Platin-Cyanür blau. Magnesium-Platin-Cyanür grün.

3) Schillern auf jeder Fläche unter jedem Azimut. Magnesium-Platin-Cyanür blau.

Der physikalische Vorgang bei der Erscheinung wurde an dem Beispiele des Magnesium-Platin-Cyanürs erläutert. Ein Lichtstrahl fällt auf die Seitenflächen der Krystalle, und zwar in einer durch die Krystallaxe gehenden Ebene.

An

An der Oberfläche wird ein Theil weifsen Lichtes zurückgeworfen, natürlich in der Einfallsebene polarisirt. Durch die doppelte Strahlenbrechung bilden sich nun aus dem gebrochenen Theile zwei Spectra, nahe zusammenfallend, aber senkrecht auf einander polarisirt. Nur der rothe Strahl, und zwar für beide Spectra, geht durch den Krystall hindurch. Die übrigen Farben werden von dem Spectrum des ordinären Strahles absorbirt, die von dem Spectrum des extraordinären Strahles aber werden von einer Fläche *zurückgeworfen*, die, so nahe man will, an, doch stets *unter* der Oberfläche des Krystalls liegt.

Es wurde dabei bemerkt, dafs diese Annahmen der gewöhnlichen Vorstellung von der Natur des Lichtäthers nicht widersprechen, indem erst, nachdem die Lichtwelle durch die erste innere Aetherschicht des brechenden Mittels gedrungen sey, sie als in gleichförmiger Materie befindlich betrachtet werden könne.

Hr. Haidinger ersuchte noch um freundliche Mittheilung ähnlicher metallisch schillernder Krystalle zur Untersuchung, die den mit der Darstellung derselben beschäftigten Herren vorkommen sollten.

XI. *Neue Quecksilberwanne;* *von Professor Louyet in Brüssel.*

Diese Wanne, welche einen möglichst ökonomischen Verbrauch von Quecksilber bezweckt, besteht aus einem länglich vierseitigen Kasten von Eichenholz, in dessen Boden eine sorgfältig abgeschliffene und polirte Glasplatte eingekittet ist, welche in der Mitte einer ihrer kleinen Seiten und parallel ihren langen einen schmalen Ausschnitt besitzt, der einem Loche in dem Boden des Kastens entspricht (siehe Fig. 5, Taf. III). Um die Wanne zu gebrauchen, bedarf man Glasglocken, die am unteren Rande wohl abgeschliffen und durch Glasstöpsel dicht verschliefsbar sind. Eine solche Glocke wird, nachdem ihr Rand etwas eingefettet worden, mit der einen Hand fest auf den Boden des Kastens niedergedrückt, mit Quecksilber gefüllt, und darauf durch den in der andern Hand gehaltenen Stöpsel verschlossen. Wird nun etwas Quecksilber in den Kasten gegossen, so viel nämlich als nöthig ist, um den Ausschnitt

zu füllen und den Boden einige Millimeter hoch zu bedekken, so läfst sich die Glocke über das Loch schieben, in das die gekrümmte Röhre eingefügt seyn mufs, durch welche das aufzufangende Gas entwickelt wird. Um nach dem Gebrauch das Quecksilber ablassen zu können, mufs der Kasten in einer Ecke des Bodens mit einem eisernen Hahn versehen seyn. Der Kasten ist 23 Centimet. lang, 17 breit und $4\frac{1}{2}$ hoch. (*Phil. Mag., Ser. III, Vol. XXVIII, p.* 406.)

XII. *Das Reflexions-Anemometer und sein Gebrauch; von G. Aimé.*

Das Reflexions-Anemometer besteht aus einem Spiegel und einer Bussole, die zusammen auf einem Brettchen befestigt sind. Die Bussole ist von 2 zu 2 Graden in 360° getheilt, und der Nullpunkt der Theilung entspricht einem auf die Bussole eingeschnittenen Pfeil, der den Buchstaben *N* (Nord) trägt. Durch Parallelstriche, die in Berührung mit der Folie auf der Rückseite des Glases mit dem Diamant gezogen sind, ist der Spiegel in mehre Streifen getheilt. Einige dieser Linien sind mit dem Pfeil der Bussole parallel, die anderen winkelrecht darauf. Um das Instrument zur Messung der Wolkenrichtung anzuwenden, setzt man zunächst die Magnetnadel in Freiheit, indem man eine kleine Feder niederdrückt. Dann stellt man das Instrument mitten in einem Hof oder an einem Ort, wo man einen grofsen Theil des Himmels übersehen kann, horizontal auf. Man beobachtet die Bewegung der Wolken im Spiegel, indem man letzteren so dreht, dafs die Wolken in Richtung der mit dem Pfeile parallelen Striche gehen. Ueberdiefs mufs das Brettchen so gestellt werden, dafs die Wolken auf die Spitze des Pfeiles zugehen, d. h. diese Spitze gegen die auf das Zenith zugehenden Wolken gerichtet sey. Hat man sich überzeugt, dafs die Wolken den auf dem Spiegel gezogenen Strichen gut parallel gehen, so liest man den entsprechenden Theilpunkt am Nordpol oder blauen Ende der Nadel ab. Man erhält dadurch den Winkel der Windesrichtung mit dem magnetischen Meridian, und, wenn man die magnetische Abweichung kennt, auch den, welchen sie mit dem astronomischen Meridian macht.

Um die Bewegung der Wolken gegen die Striche auf dem Spiegel gehörig zu ermitteln, mufs das Auge des Beob-

achters eine feste Lage haben. Zu dem Ende ist der Apparat mit kleinen zugespitzten Kupferständern versehen, die nach Belieben verkürzt oder verlängert werden können. Einer dieser Ständer wird neben dem Spiegel aufgestellt, und sein Bild im Spiegel beobachtet, indem man sich so stellt, dafs das Bild der Spitze einem Durchschnitt der auf den Spiegel gezogenen Linien entspricht. Man betrachtet abwechselnd die Wolke und das Bild der Spitze. Geht die Wolke den Linien nicht parallel, so dreht man den Spiegel ein wenig in zweckmäfsiger Richtung, und giebt dem Ständer eine neue Stellung, welche ebenfalls das Bild seiner Spitze mit dem Durchschnitte zweier Linien auf dem Spiegel zusammenfallen läfst.

Um sich mit dem Gebrauch dieses Instruments vertraut zu machen, mufs man damit anfangen, wenn wohl begränzte, vereinzelte und sich schnell bewegende Wolken am Himmel sichtbar sind. Die Messungen sind um so genauer, je mehr man sich Wolken bedient, die dem Zenith nahe sind.

In gewissen Fällen kann das beschriebene Anemometer zur Bestimmung der Höhe oder Geschwindigkeit der Wolken dienen. Angenommen der zugespitzte Ständer sey neben den Spiegel gesetzt, und man habe sich so gestellt, dafs man das Bild seiner Spitze und das einer kleinen Wolke sich decken sieht. Rückt die Wolke fort, so mufs man sich anders stellen, damit die beiden Bilder sich wieder dekken. Der von diesen beiden Bildern auf dem Spiegel zurückgelegte Weg wird sich zu dem in Wirklichkeit von der Wolke durchlaufenen Weg verhalten wie die Höhe der Spitze über dem Spiegel zur Höhe der Wolke über dem Beobachter, oder es wird seyn $c : C :: h : H$.

Der von der Wolke durchlaufene Weg, dividirt durch die Zeit t, giebt die Geschwindigkeit. Haben die Striche auf dem Glase einen bekannten Abstand, so wird es leicht seyn, mittelst einer Secundenuhr die Zeit zu bestimmen, welche die einander deckenden Bilder gebrauchen, um von einer Linie zur andern zu gehen. Das erste Glied: c, dividirt durch t, ist also leicht berechnet, h ist im Voraus bekannt, es bleiben also blofs C und H unbekannt. Kennt man die Höhe der Wolken, so ergiebt sich daraus ihre Geschwindigkeit; kennt man die Geschwindigkeit, so geht daraus die Höhe hervor. An Orten, wo Berge von bekannter Höhe vorhanden sind, berechnet sich die Höhe der Wolken, wenn man untersucht, an welchem Ort sie die Berge

treffen, und daraus ergiebt sich ihre Geschwindigkeit. Befindet man sich an einem Ort, der eine grofse Ebene beherrscht, so wird es möglich seyn, die Geschwindigkeit der Wolken aus dem Gange ihrer Schatten herzuleiten. In diesem Falle wird auch ihre Höhe bekannt seyn. Um mit Bequemlichkeit zu verfahren, mufs man eine Specialkarte der Gegend zur Hand haben. Man trägt mit Bleistift den Ort des Schattens ein und zeichnet die Zeit auf, man verfolgt den Schatten eine Zeit lang, und wiederholt das Verfahren; dadurch lernt man den von der Wolke durchlaufenen Weg genau kennen. (*Ann. de chim. et de phys., Ser. III, T. XVII, p.* 498.)

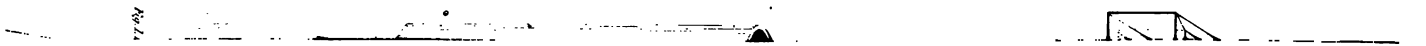
XIII. *Gefrieren des Quecksilbers innerhalb drei Secunden in einem glühenden Tiegel.*

(Aus einem Briefe des Hrn. Faraday an Hrn. Boutigny.)

— Ich habe einen Versuch angestellt, den ich nicht in Ihrem Werke finde, obgleich er sich einem von Hrn. Dumas ausgeführten nähert, der daselbst, *p.* 102, beschrieben ist [1]). Mittelst des sphäroidalen Zustands war es mir möglich, Quecksilber mit der gröfsten Leichtigkeit in einem rothglühenden Tiegel zum Gefrieren zu bringen. Zuvörderst machte ich einen Platintiegel rothglühend und erhielt ihn darin, dann brachte ich Aether hinein, darauf starre Kohlensäure, und endlich tauchte ich in das im sphäroidalen Zustand befindliche Gemenge eine Metallschale mit etwa 31 Grammen Quecksilber; innerhalb zwei bis drei Secunden war diefs erstarrt. *Es scheint sehr seltsam, dafs Quecksilber aus einem rothglühenden Tiegel gefroren hervorkommt.* (*Ann. de chim. et de phys., Ser. III, T. XIX, p.* 383.)

1) Hr. D. schüttete in eine sehr flache Silberschale, die weifsglühend gemacht war, erstlich starre Kohlensäure, dann Wasser und zuletzt wasserfreie schwefligе Säure. *C'était une véritable macédoine physico-chimique*, sagt Hr. Boutigny, *dans laquelle il ne manquait que le principe fondamental des théories de la chaleur: l'équilibre du calorique* (*Nouvelle Branche de la physique ou études sur les corps a l'état sphéroïdal par* P. H. Boutigny d'Evreux, Paris 1847). *P.*

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.



In der **Arnold'schen** Buchhandlung in Dresden und Leipzig ist soeben erschienen und in allen Buchhandlungen zu erhalten:

Lehrbuch der Chemie

von

J. J. Berzelius.

Fünfte umgearbeitete Original-Auflage.

Vierten Bandes erste Lieferung.

gr. 8. broch. 1 Thlr.

Die ersten drei Bände, die unorganische Chemie enthaltend, kosten 16 Thaler.

Im Verlage der Unterzeichneten ist erschienen und durch alle Buchhandlungen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz zu beziehen:

Chemie der organischen Verbindungen.

Von Dr. Carl Löwig, Professor der Chemie an der Universität zu Zürich. In zwei Bänden. gr. 8. Zweite, gänzlich umgearbeitete und vermehrte Auflage. Erschienen sind: Erster Band. Preis 4 Thlr. Zweiten Bandes 1. u. 2. Lieferung. Preis 3 Thlr. 16 Ggr. Der Schluß des Werkes, des zweiten Bandes 3. Lieferung, erscheint im Januar 1847.

Kein Zweig irgend einer Naturwissenschaft ist in neuester Zeit mit einer so großen Masse von Thatsachen bereichert worden, als die organische Chemie, und ihre Entdeckungen greifen tief ein in das Gebiet der Medizin, Agricultur und Technik. Ein Werk, welches das vorhandene Material, nach einem bestimmten Prinzip geordnet, zu einem Ganzen vereinigt, darstellt, dadurch eine vollständigere Uebersicht über den gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft gewährt, als er bisher noch geboten worden, und zugleich den Einfluß berücksichtigt, den die organische Chemie auf die andern Naturwissenschaften ausübt, übergeben wir hiermit in der zweiten Auflage von Löwig's Chemie der organischen Verbindungen nicht allein dem chemischen Publikum, sondern empfehlen es noch besonders den Pharmaceuten, Aerzten, Physiologen, Technikern und Landwirthen. Der erste Band enthält außer dem allgemeinen Theile, das ganze Material für die physiologische Chemie; der zweite die organischen Radicale und deren Verbindungen. Die nähere Eintheilung des Werkes ist aus dem ausführlichen Prospectus des Herrn Verfassers ersichtlich, welcher in allen Buchhandlungen vorliegt.

Braunschweig, November 1846.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Bei **A. W. Hayn** in Berlin ist soeben erschienen und daselbst sowie in allen Buchhandlungen zu haben:

Drieberg, Friedrich von, Physikalische Streitschrift über den **Luft- und Wasserdruck**. Geh. Preis 7½ Sgr.

Literarischer Anzeiger.

1847. № II.

Dieser literarische Anzeiger wird den Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von *J. C. Poggendorff*, und dem Journal für praktische Chemie, herausgegeben von *O. L. Erdmann* und *R. F. Marchand* beigeheftet. — Die Insertionskosten betragen für die Zeile aus Petite, oder deren Platz, 1½ Ngr.

Die Annalen der Physik und Chemie

herausgegeben zu Berlin von

Dr. *J. C. Poggendorff.*

Jahrgang 1847. Band 70. 71. 72.

in 12 Monatsheften zu 9 Bogen.

Mit Kupfern. Preis Thlr. 9½

deren etwas vergrösserte Druckeinrichtung auch bei diesem Jahrgange verbleibt, werden wie bisher auf das pünktlichste geliefert und in ihrer bestehenden Einrichtung nicht unterlassen, durch Darlegung der Fortschritte der Wissenschaft in Originalarbeiten deutscher Männer vom Fache, wie in Bearbeitungen der neuesten Forschungen und Entdeckungen des Auslandes ihren längst anerkannten Werth durch Reichthum und Gediegenheit ihres Inhaltes auf's neue zu bethätigen.

Chemiker, Pharmaceuten, Aerzte, Techniker, Fabrikanten, Vorsteher verwandter Institute, Directoren höherer Lehranstalten etc. werden hierdurch wiederholt auf diese Zeitschrift aufmerksam gemacht und zur Theilnahme eingeladen.

Neu eintretenden Abonnenten erleichtern bedeutend ermässigte Preise die Anschaffung der früheren Bände.

Das erschienene

Namen- und Sachregister zu den Annalen der Physik und Chemie 1. bis 60. Band bearbeitet von *W. Barentin.* gr. 8. Thlr. 2. bildet zugleich eine gedrängte Uebersicht der Fortschritte dieser Wissenschaften seit 20 Jahren und wird auch Nichtabonnenten dieser Zeitschrift zu besitzen wünschenswerth sein.

Journal für praktische Chemie.

Herausgegeben von

Dr. *O. L. Erdmann* und Dr. *R. F. Marchand.*

Mit Kupfern und Holzschnitten

Neue Folge. Bd. 40. 41. 42. (Jahrgang 1847)

erscheint wie seither in halben Monatsheften zu circa vier Bogen, deren acht einen Band bilden, und wird auch ferner in deutschen Originalaufsätzen wie in Bearbeitungen der neuesten Forschungen und Entdeckungen des In- und Auslandes die Fortschritte in dem gesammten Gebiete dieser in unsern Tagen so hochwichtigen Wissenschaft und ihrer Anwendungen auf Physiologie, Künste, Gewerbe, Landwirthschaft u. s. w. zur Kunde bringen.

Chemikern, Pharmaceuten, Aerzten, Technikern, Fabrikanten, Oekonomen, Vorstehern verwandter Institute, Directoren höherer Lehranstalten etc. wird diese Zeitschrift, deren wissenschaftlichem Werthe seit einer langen Reihe von Jahren die allgemeinste Anerkennung zu Theil ward, hierdurch auf's neue angelegentlichst empfohlen.

Neu eintretenden Abonnenten erleichtern bedeutend ermässigte Preise die Anschaffung der früheren Bände.

Joh. Ambr. Barth in Leipzig.

nidt & Grucker in Strasburg ist soeben erschie-
nei h alle Buchhandlungen zu beziehen:

Grundriss der organischen Chemie

von

Dr. Karl Gerhardt,

Professor der Chemie an der philosophischen Facultät zu Montpellier, corresp. Mitglied der Société philomatique zu Paris u. s. w.

Aus dem Franz. übersetzt

von **Dr. Adolph Wurtz.**

2 *Bände. gr.* 8. *geh.* (82½ *Bog.*)

Preis 4 Thlr. 20 Ngr. oder 8 Fl.

Dieses nach einem ganz neuen Stande ausgeführte Werk empfehlen wir zur vollen Beachtung nicht allein den Chemikern vom Fach, die darin eine Menge neuer Ansichten und Thatsachen finden werden, sondern auch Medicinern, Pharmaceuten und allen denen, welche das weite Gebiet der organischen Chemie tiefer ergründen wollen. Trotz den Angriffen des Herrn Prof. Dr Liebig ist Herr Prof. Gmelin in Heidelberg bereits diesem neuen Systeme beigetreten, was in der ersten Lieferung des 4. Bandes seiner Chemie, welche kürzlich erschien, zu ersehen ist.

Bei **Fr. Frommann** in Jena ist erschienen:

Thaer oder Liebig?

Versuch

einer wissenschaftlichen Prüfung

der Ackerbautheorie Liebig's,

besonders dessen Mineraldünger betreffend,

u. s. w.

von

Dr. F. G. Schulze,

Großherz. S. Geh. Hofrath und Professor, Director des landwirthschaftl Instituts in Jena.

gr 8. geh. 20 Sgr.

Mulder gegen Liebig!

In der **S. Schmerber**'schen Buchhandlung (H. Keller) in Frankfurt a/M. ist erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Liebig's Frage

sittlich und wissenschaftlich geprüft

von

Prof. G. J. Mulder

in Utrecht.

Auch unter dem Titel:

Neue Beiträge zur Geschichte des Proteïns.

11 Bogen. 8. broch. Preis 22 ggr. fl. 1 36 kr.

Druck der Phil. Reclam'schen Officin in Leipzig.

Literarischer Anzeiger.
1847. № III.

Dieser literarische Anzeiger wird den Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von *J. C. Poggendorff*, und dem Journal für praktische Chemie, herausgegeben von *O. L. Erdmann* und *R. F. Marchand* beigeheftet. — Die Insertionskosten betragen für die Zeile aus Petite, oder deren Platz, 1½ Ngr.

Im Verlage der Unterzeichneten ist erschienen und durch alle Buchhandlungen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz zu beziehen:

Lehrbuch der Metallurgie,

mit besonderer Hinsicht auf chemische und physikalische Principien. Von Dr. Th. Scheerer, Professor der Metallurgie an der Universität zu Christiania. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten. Zwei Bände, jeder von 36—40 Bogen, groß Octav. Feines Velinpap. geh. In Lieferungen von 5—6 Bogen, oder in Doppellieferungen von 10—12 Bogen. Subscr.-Preis für jede Liefg. 12 Ggr. = 15 Ngr.

Der Verfasser hat sich bei der Ausarbeitung des hierdurch angekündigten Werkes das Ziel gestellt, ein Lehrbuch der Metallurgie zu liefern, welches diese wichtige, mit so vielen Zweigen der Naturwissenschaften und der Technik in naher Berührung stehende Doktrin auf eine kurzgefaßte und übersichtliche Weise darstellt, ohne weder die wissenschaftliche Begründung, noch das für den Praktiker wichtige Detail zu vernachlässigen. Das wissenschaftliche Begründen aller Facta und Regeln in der Metallurgie, wie überhaupt in jeder anderen technischen Disciplin, ist eine gerechte Anforderung unserer Zeit, welche das Wissen erst hochstellt, wenn es sich mit gründlichem Verstehen und Selbstforschen vereint. Sämmtliche metallurgische Processe beruhen theils auf chemischen theils auf physikalischen Principien, und können, ihrem Wesen nach, nur mit Hülfe dieser letztern gründlich aufgefaßt werden. Die Verlags-Buchhandlung hatte dabei die schwierige Aufgabe zu lösen, einem solchen Werke, trotz der Kostbarkeit zahlreicher, in den Text eingedruckter, Holzschnitte, durch einen sehr moderaten Preis eine Popularität zu sichern, wie die Verbreitung nützlicher Kenntnisse sie wünschenswerth macht.

Braunschweig, Januar 1847.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Die Literarische Zeitung ist vom Anfang 1847 an in den Verlag der unterzeichneten Handlung übergegangen. Es erscheinen wöchentlich 2 Nummern, jede zu einem Bogen im größten Quartformat, zum Preise von 5 Thlr. für den Jahrgang, zu welchem sie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten bezogen werden kann. Der Bibliographisch-kritische Theil wird über die neuesten literarischen Erscheinungen des In- und Auslandes planmäßige und vollständige Nachricht geben; außerdem werden von Zeit zu Zeit Uebersichten die Fortschritte einzelner Wissenschaften in ihrer Gesammtheit beleuchten. Die ersten Nummern enthalten unter andern größeren Aufsätzen: Ueber öffentlichen Unterricht und gelehrte Schulen in Nord-Amerika. — Ueber Wilhelm von Humboldt's politische Schriften. — Des Fürsten Wallenstein bayersches Kirchenstaatsrecht. Ueber die Gymnasialbildung des geistlichen Standes. — Ueber die Bollandistische Acta Sanctorum.

Berlin, Januar 1847. **Buch- u. Kunsthdlg. von F. Schneider & Co.**

Bei G. Reimer in Berlin ist erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1845. Dargestellt von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin. I. Jahrgang. Redigirt von G. Karsten. I. Abth.: die allgemeine Physik und Akustik. 25 Sgr.

Karsten, C. J. B., Lehrbuch der Salinenkunde. Erster Theil: Ueber das Vorkommen und die Gewinnung des Kochsalzes auf der Oberfläche der Erde. 3 Thlr. 20 Sgr.

Bei **J. G. Engelhardt** in Freiberg ist erschienen und durch alle Buchhandlungen und Postämter zu beziehen:

Berg- und hüttenmännische Zeitung

mit besonderer Berücksichtigung der

Mineralogie und Geologie.

(Red. Dr. C. Hartmann.)

Neue Folge Ir Jahrg. 1847. Nr. 1. u. 2.

(*als Probe-Nummern gratis zu erhalten.*)

Abonn.-Pr. jährl. 52 Nrn. m. Kupfrn. u. Beilag. 5 Thlr. = 7½ fl. C. M. = 9 fl. Rh.

Die Redaction ist fortwährend bemüht, alles Neue und Interessante in der Bergbau- und Hüttenkunde möglichst vollständig mitzutheilen; sie widmet besonders dem in neuerer Zeit sich außerordentlich emporschwingenden Eisenhüttenwesen ungetheilte Aufmerksamkeit, und es bringt kein anderes Organ alles dahin Einschlagende so rasch und vollständig zur Kenntniß des betreffenden Publicums.

Größere Zweckmäßigkeit in der Anordnung und Ausstattung, größere Genauigkeit der Zeichnungen ꝛc., welche die Verl.-Hdlg., ohne den Preis zu erhöhen, mit dem Beginn dieser Neuen Folge hat eintreten lassen, werden dem Blatte neue Freunde erwerben und den älteren willkommen sein.

Tübingen. Im Laupp'schen Verlage ist erschienen und an alle Buchhandlungen als *Fortsetzung* versendet:

Berzelius, Jacob, Jahres-Bericht über die Fortschritte der **Chemie** und **Mineralogie** 25. Jahrg. 2. Heft. **Mineralogie. Organische Chemie.** 38 Bogen. 8. broch. 5 Fl. = 3. Thlr.

—— —— 26. Jahrg. 1. Heft. **Unorganische Chemie.** 25 Bogen. 8. broch. 3 Fl. 24 Kr. = 2 Thlr.

Druck der Phil. Reclam'schen Officin in Leipzig.